



3 2044 040 013 831

No.

11 No. 30.

BOSTON
MEDICAL LIBRARY,
19 BOYLSTON PLACE.





Digitized by the Internet Archive
in 2026

RECHERCHES

MICROSCOPIQUES

SUR

L'ÉTIOLOGIE DU PALUDISME

46119. — IMPRIMERIE A. LAHURE
9, rue de Fleurus, 9, à Paris

RECHERCHES

MICROSCOPIQUES

SUR

L'ÉTIOLOGIE DU PALUDISME

PAR

M. le Docteur E. MAUREL

Médecin principal de la Marine,

Chevalier de la Légion d'honneur, officier d'Académie,

Officier de l'ordre royal du Cambodge,

Mention honorable de l'Académie de médecine (Prix Godard, 1883),

Lauréat des Archives de médecine navale (1884),

Membre correspondant de la Société de biologie de Paris,

Membre de la Société d'anthropologie de Paris,

Membre correspondant de la Société de thérapeutique de Paris,

Membre correspondant de la Société d'hydrologie,

Membre de la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle,

Membre de la Société clinique de Paris,

Membre de la Société de géographie de Paris,

Membre de l'Association française pour l'avancement des sciences, etc.

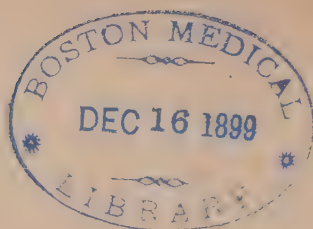
PARIS

OCTAVE DOIN, ÉDITEUR

8, PLACE DE L'ODÉON, 8

—
1887

Tous droits réservés



2060

BOSTON MEDICAL LIBRARY
IN THE
FRANCIS A. COUNTWAY
LIBRARY OF MEDICINE

TRAVAUX

DE

M. LE DOCTEUR E. MAUREL

MÉDECINE

1879. Compte rendu d'une épidémie de fièvres typhoïdes bilieuses et de fièvres à rechute observées à Saint-Laurent-du-Maroni, Guyane française (*Gazette hebdomadaire*, 24 janvier 1879).
1880. Note sur une réaction propre à l'albumine de la fièvre typhoïde et de quelques autres maladies fébriles (Communication à la Société de biologie, séance du 3 janvier 1880).
1880. Note sur la désinfection des selles par la poudre de charbon dans la fièvre typhoïde (Communication à la Société de thérapeutique, séance du 14 février 1880).
1880. Les stéthoscopes et l'acoustique (Communication à la Société clinique des hôpitaux).
1880. Du régime lacté et du régime mixte gradué dans la diarrhée et la dysenterie chroniques (Communication à la Société clinique des hôpitaux et *Bulletin général de thérapeutique*).
1885. Traité des maladies paludéennes à la Guyane.
1885. Des variétés d'albumine et d'un réactif pour les reconnaître (Congrès de Rouen, section de médecine, août 1885).
1885. Recherches microscopiques sur l'air des marais au point de vue du paludisme. Procédés employés dans ces recherches (Congrès de Rouen, section d'hygiène, août 1885).
1884. Swam-Sickness (article du Dictionnaire encyclopédique).
1884. Le médecin, du Dr Dechambe. Analyse critique (*Archives de médecine navale*).
1884. De la fièvre typhoïde dans la race noire (Présentation et communication à la Société anatomique).
1884. Des causes de l'exaspération vespérale de la température normale (Communication à l'Académie de médecine, septembre, et à la Société de biologie, octobre 1884).
1884. De l'hématimétrie normale et pathologique des pays chauds (*Archives de médecine navale*).
1886. Article Guyane, du Dictionnaire encyclopédique.

1886. Des lois de l'acoustique et du stéthoscope (Congrès de Nancy, août 1886, section médecine).
 1887. Note sur la désinfection des selles dans les affections intestinales des pays chauds par l'eau sulfo-carbonée.
 1887. Note sur le microcoque de la fièvre jaune (Communication à la Société de biologie, séance du 28 mai 1887).

CHIRURGIE

1873. De l'inflammation aiguë et chronique de la pulpe dentaire ou de la pulpite aiguë et chronique. Thèse de doctorat. Paris, 1873.
 1874. Nouvel appareil pour le traitement des fractures du corps de la clavicule et des luxations sus-acromiales (*Archives de médecine navale*, juillet et août 1874).
 1874. Deux observations de blessures graves traitées à l'aide de l'appareil hypomarthécique à double plan du Dr Beau (*Archives de médecine navale*, décembre 1874).
 1875. Des fractures des dents (*Archives de médecine navale*, janvier et février 1875. — Tirage à part, J.-B. Baillière).
 1875. Des luxations des dents (*Archives de médecine navale*, avril et mai 1875. — Tirage à part, J.-B. Baillière).
 1877. Note sur une simplification de l'appareil d'Esmarch (*Archives de médecine navale*).
 1877. Traitement des fractures de la clavicule par un nouvel appareil (*Bulletin général de thérapeutique*).
 1877. Traitement de la carie dentaire (*Archives de médecine navale*, mars et avril 1877).
 1878. Des greffes dermo-épidémiques dans les différentes races humaines (Communication à la Société de biologie, séance du 22 juin 1878).
 1878. De l'emploi du sulfure de carbone dans le pansement des plaies (Communication à la Société de thérapeutique, séance du 12 juin 1878).
 1878. Étude sur l'étiologie et l'anatomie pathologique de la carie dentaire (Communication à la Société de biologie, séance du 9 novembre 1878).
 1878. Note sur un monocle élastique inévaporant (*Bulletin général de thérapeutique*, 30 novembre 1878).
 1878. Luxation spontanée d'un cristallin cataracté dans la chambre antérieure. Tentative d'extraction par la kératotomie supérieure; pendant l'opération, réduction du cristallin. Réclinaison (*Bulletin général de thérapeutique*, 30 décembre 1878).
 1879. Note sur une modification au procédé de Jules Roux pour l'amputation tibio-tarsienne (*Bulletin général de thérapeutique*, 30 mars 1879).
 1879. De la détermination expérimentale de l'acuité visuelle (Communication à la Société de biologie, 5 juillet 1879).
 1879. Note sur l'emploi des caustiques arsénicaux contre l'onyxis ulcéreux observé à la Guyane (Communication à la Société de chirurgie, séance du 31 octobre 1879).
 1879. De l'onyxis ulcéreux observé à la Guyane française (*Archives de médecine navale*, novembre 1879).
 1879. Modification au procédé de Desmarres pour l'opération du ptérygion (*Bulletin général de thérapeutique*, 30 novembre 1879).
 1880. Présentation à la Société de chirurgie d'une nouvelle nince à phimosis.
 1880. Note sur une filière millimétrique pour les voies lacrymales (Congrès d'ophtalmologie de Milan et *Bulletin de thérapeutique*).

1880. Aperçu général sur le pansement des plaies (Congrès pour l'avancement des sciences de Reims, section de médecine).
 1885. De la réunion des plaies dans les pays chauds et dans les différentes races (*Bulletin de thérapeutique*).

THÉRAPEUTIQUE

1879. Étude de clinique expérimentale sur les diurétiques (Communication à la Société de thérapeutique, 9 juillet 1879; *Bulletin général de thérapeutique*, numéro du 16 février 1880 et les suivants).
 1881. Mémoire sur les antithermiques (Communication à la Société de thérapeutique; *Bulletin général de thérapeutique*).

HYGIÈNE

1878. De l'action locale de certaines substances sur les tissus durs de la dent (Communication à la Société de thérapeutique, séance du 8 mai 1878; *Gazette hebdomadaire*, juin 1878; *Bulletin général de thérapeutique*, 15 juin et 1^{er} juillet 1878).
 1878. Étude hygiénique sur le garde-côtes *le Tonnerre* (*Archives de médecine navale*, septembre 1878. — Tirage à part, J.-B. Baillière).
 1879. Appréciation de l'acuité visuelle sous le rapport de l'aptitude professionnelle chez les soldats et les marins (*Archives de médecine navale*, avril 1879. — Tirage à part).
 1879. Docteurs Hardy et Maurel. Mémoire sur l'hydrologie de la Guyane française (Communication à l'Académie de médecine, 28 octobre 1879; Communication à la Société d'hydrologie, séance du 3 novembre 1879).
 1882. De la répartition des recrues dans les diverses professions de la marine au point de vue de la vision (*Revue maritime et coloniale*, mois de mai 1882 et suivants).
 1884. Hygiène alimentaire dans les pays chauds (Congrès de Blois, section d'hygiène, septembre 1884, et *Journal de l'hygiène pratique*, premier semestre 1887).
 1884. De l'influence d'un régime fortement azoté sur le foie des herbivores (Communication à la Société de biologie, novembre 1884).
 1886. Contribution à l'hygiène des pays chauds. Habitation. Vêtements. Habitudes coloniales (Congrès de Nancy, août 1886, section d'hygiène, et *Journal de l'hygiène pratique*, premier semestre 1887).

ANTHROPOLOGIE

1878. Note sur l'existence de l'homme préhistorique à la Guyane (Communication à la Société d'anthropologie, séance du 18 avril 1878).
 1878. Étude anthropologique et ethnographique sur les Indiens Galibis (Communication à la Société d'anthropologie, séance du 2 mai 1878; *Bulletin et Mémoire*).
 1878. De la fréquence de la carie dentaire chez les Indiens Galibis et leurs métis (Communication à la Société d'anthropologie, séance du 20 juin 1878).
 1878. Étude anthropologique sur les immigrants indiens (Congrès d'anthropologie, séance du 17 août 1878).
 1878. De la fréquence de la carie dentaire considérée comme caractère anthropo-

- logique (Communication au Congrès pour l'avancement des sciences, section de l'anthropologie, séance du 18 août 1878).
1878. Étude crâniologique sur trois têtes d'immigrants indiens (Communication à la Société d'anthropologie, séance du 7 septembre 1878).
1879. Essai sur les bassins des femmes coolies (Communication à la Société d'anthropologie, séance du 3 juillet 1879).
1880. Du sens de la vue au point de vue anthropologique (Congrès pour l'avancement des sciences de Reims, section d'anthropologie).
1881. Méthode pour l'examen de la vue (Communication à la Société d'anthropologie).
1883. De l'influence comparée du père et de la mère sur les enfants dans les races éloignées (Congrès de Rouen, section d'anthropologie, août 1883).
1883. Étude microscopique et hématimétrique du sang dans les différentes races (Communication à la Société d'anthropologie).
1884. Des variations de la température normale selon les climats et les races (Communication à la Société d'anthropologie).
1884. De la couvade (Communication à la Société d'anthropologie).
1884. De l'influence comparée du père et de la mère sur les enfants dans les races rapprochées (Congrès de Blois, section d'anthropologie, septembre 1884).
1884. De la différence de résistance au froid dans les divers groupes humains (Communication à la Société d'anthropologie, novembre 1884).
1886. Histoire anthropologique de l'Indo-Chine (Communication à la Société d'anthropologie de Paris, séance du 21 mai 1886; *Bulletin* et *Mémoires*).
1886. Géographie du Cambodge (Conférence à la Société de géographie de Rochefort, séance du 29 mai 1886).
1886. Corps étrangers nombreux trouvés dans le tissu cellulaire d'un Birman (Communication à la Société d'anthropologie de Paris, séance du 3 juin 1886).
1886. Étude anthropologique du peuple Khmer (Communication à la Société d'anthropologie de Paris, séance du 3 juin 1886; *Bulletin* et *Mémoires*).
1886. Ethnographie du peuple Khmer (Communication à la Société de géographie de Paris, séance du 4 juin 1886; *Bulletin de la Société* et *Revue scientifique*, 21 août 1886).
1886. Du sang dans les races humaines (Congrès de Nancy, août 1886, section d'anthropologie).
1887. Des moyens de la mensuration de la poitrine (Communication à la Société d'anthropologie, séance du 19 mai 1887).
-



CONTRIBUTION A L'ÉTIOLOGIE DU PALUDISME

ANALYSE MICROSCOPIQUE DE L'AIR DES MARAIS
ET DU SANG DES PALUDÉENS COMPARÉE A CELLE DE L'AIR SALUBRE
ET DU SANG NORMAL

PAR LE DOCTEUR E. MAUREL

MÉDECIN PRINCIPAL DE LA MARINE

AVANT-PROPOS

Peu de lois, dans le domaine de la pathologie, me paraissent mieux établies que celle qui fixe les rapports entre le paludisme et le marais : il n'y a pas de pays marécageux exempt de paludisme, et là où règne le paludisme, on peut, le plus souvent, affirmer le marais. L'un et l'autre sont si bien liés, qu'on voit le paludisme naître avec le marais et disparaître avec lui. Ainsi s'explique que, depuis des siècles, les générations médicales qui se sont succédé les aient confondus dans une même pensée, et que les expressions de fièvres intermittentes et de fièvres paludéennes ou paludisme soient devenues synonymes. Et pourtant, si l'on pousse l'analyse plus loin, si l'on scrute l'origine de toutes les affections intermittentes, les cas ne seront pas rares dans lesquels, à moins de faire dévier le mot *marais* de sa véritable acception, on sera forcé de reconnaître que certaines affections sûrement intermittentes peuvent apparaître sans marais ; celles qui naissent après les terrassements, les inondations, les fièvres des bois, sont de ce nombre. C'est là une première catégorie d'exceptions ; mais ce ne sont pas les seules. De même que le paludisme peut naître sans marais, ce dernier peut exister sans produire la fièvre ; les marais des pays froids, ceux des altitudes très élevées, enfin certains marais toujours couverts par les eaux sont dans ce cas.

De sorte que tout en reconnaissant que la relation entre le marais et le paludisme se maintient vraie dans la majorité des

cas, et tout en laissant à cette loi sa haute portée étiologique, nous sommes cependant conduit à admettre une différence entre le marais et l'ensemble des conditions nécessaires et suffisantes à l'apparition du paludisme. Ces conditions, je vais essayer de les déterminer en disant ce que j'entends par *terrain, milieu et agent fébrigènes*¹.

Je donne le nom de *terrain fébrigène aux conditions telluriques indispensables à l'éclosion du paludisme*. Je dis indispensables et non suffisantes ; c'est qu'en effet, si jamais le paludisme n'écloît sans elles, leur réunion ne suffit pas pour le faire naître.

La première de ces conditions telluriques est qu'un terrain d'une certaine étendue soit surchargé de matières organiques, et surtout de nature végétale en voie de décomposition avancée ;

La seconde est que cette matière organique soit divisée et intimement mêlée à la matière minérale ;

Enfin, la troisième, que la terre soit maintenue dans une humidité modérée et constante.

Ces trois conditions, nous les constatons, en effet, partout où naît le paludisme, et, si nous pouvons observer certains cas dans lesquels elles se trouvent réunies sans lui, il n'en est pas dans lesquels nous le voyons naître sans elles. Elles existent aussi bien dans les vastes plaines marécageuses des pays chauds, dans les terres vierges du nouveau monde, dans les terres abandonnées de la Campagne romaine ou de l'Algérie, que dans les étangs à poissons de la Sologne et des Dombes, dans les marais gâts, et jusque dans les plus modestes routoirs.

Les conditions qui viennent les compléter sont d'un autre ordre. Réunies aux précédentes, elles constituent le *milieu fébrigène*.

Le milieu fébrigène est donc l'ensemble des conditions telluriques et météorologiques indispensables et suffisantes pour l'éclosion du paludisme. Ici, plus de restriction. Là où se trouvera le milieu fébrigène, là naîtra le poison paludéen.

¹ Ce qui va suivre n'est que le résumé d'une étude beaucoup plus étendue contenue dans le *Traité théorique et pratique du paludisme* dont le premier fascicule paraîtra sous peu.

La première de ces conditions est un certain degré de chaleur dont le minimum paraît devoir être supérieur à 15°. Au-dessous de cette température, le poison paludique n'éclôt pas. C'est ainsi que dans les climats extrêmes des deux hémisphères le paludisme est inconnu, qu'il l'est aussi dans les altitudes très élevées, et que dans les pays tempérés, à hiver rigoureux, il s'apaise pendant cette saison.

La seconde condition est le contact de l'air. Laissez pendant des siècles un terrain fébrigène enseveli sous une couche de terre suffisante pour l'isoler de cet agent, ou bien recouvrez-le d'une épaisse nappe d'eau, et ce terrain restera inoffensif. Mais, au contraire, remuez-le, mettez ses couches profondes en contact avec l'atmosphère, ou bien laissez s'écouler cette nappe d'eau, et vous verrez sa funeste influence se manifester à courte échéance.

Ainsi, surcharge du terrain en matières végétales dans un état de décomposition avancée, finement divisées et intimement liées avec la substance minérale, humidité modérée et constante, température élevée et supérieure au moins à 15° centigrades, enfin contact de l'air, telles sont les conditions indissolublement liées au paludisme, et c'est leur ensemble, je le répète, que je désigne sous le nom de milieu fébrigène.

Les considérations qui précèdent, en nous faisant connaître quelles sont les conditions d'éclosion du poison fébrigène, nous ont donc conduit à substituer dans notre pensée le *milieu fébrigène* au *marais*. C'est donc de ce milieu que nous pourrions dire désormais ce que je disais du marais en commençant, et cette fois sans craindre d'exception : milieu fébrigène et poison paludique ne vont pas l'un sans l'autre. La présence de celui-ci peut toujours faire affirmer la présence de celui-là et réciproquement.

L'agent fébrigène est l'élément, quelle que soit sa nature, qui naît dans les conditions précédentes, et qui mis en contact avec l'homme, lui donne le paludisme. Cet agent peut exister sans se manifester ; il semble même que l'homme, et peut-être avec lui quelques rares animaux, aient seuls le triste privilège de lui permettre de révéler son existence. L'organisme humain, on peut donc le dire, est le réactif de l'agent fébrigène ; c'est lui qui décèle non seulement sa présence,

mais aussi son intensité et ses caractères. Ce n'est même qu'à cette funeste propriété que nous devons d'avoir pu soulever un coin du voile qui nous le cache.

Outre qu'elle nous a permis en effet de déterminer les conditions de milieu nécessaires à son éclosion, nous savons, grâce à elle, que ce sont surtout les mouvements atmosphériques qui se chargent de lui faire quitter son foyer d'origine, que des rideaux d'arbres l'arrêtent dans sa course, que les distances qu'il franchit ne dépassent pas quelques lieues, qu'il ne s'élève guère au-dessus de deux ou trois cents mètres, que, rendu inoffensif par les eaux qui le couvrent et les chaleurs qui le dessèchent, il ne menace réellement que dans une certaine zone du marais, qui seule ainsi est dangereuse.

Comme on le voit, c'est presque sa vie entière révélée et mise à jour, et ce sont là de précieuses conquêtes. Mais un point capital nous échappe. Quelle est sa nature intime? Est-ce un agent physique, chimique ou organique? Est-ce enfin un être organisé? Malgré des recherches nombreuses et faites dans l'esprit le plus scientifique, je crois que jusqu'à présent le doute s'impose. C'est là ma conviction, et je ne pense pas que la rigueur scientifique en permette d'autre.

Cependant, si l'on tient compte des circonstances dans lesquelles il se développe, et des caractères que nous révèlent ses diverses manifestations, il me semble que sa nature organisée devient de plus en plus probable.

Accepterait-on facilement qu'un agent physique ou chimique ait besoin d'une certaine température pour prendre naissance, qu'il ne puisse s'élever à plus de 400 mètres dans l'atmosphère, qu'il soit arrêté par une nappe d'eau ou un rideau de feuillages? Comprend-on un produit gazeux mêlé à l'air, et malgré sa diffusion, pouvant être transporté à dose suffisante pour produire le paludisme à plusieurs kilomètres? La même difficulté ne se présente-t-elle pas, et encore plus grande, s'il s'agit d'un agent physique? Quel est celui, parmi tous ceux que nous connaissons, qui puisse se prêter sans grandes difficultés à de pareilles explications?

Au contraire, tout n'est-il pas facilement interprété si nous acceptons sa nature organisée, si nous l'assimilons à un micro-organisme? Ne sommes-nous pas d'ailleurs autorisés, plus que jamais, à accepter cette hypothèse, maintenant que l'origine mi-

crobienne de certaines affections s'affermir tous les jours de plus en plus? Qu'y a-t-il de plus conforme à la vie des micro-organismes que la nécessité d'un milieu comme le demande l'agent fébrigène? N'est-il pas facile d'admettre que, né dans ce milieu, il peut être pris par les vents et transporté dans l'atmosphère? Que ce même organisme ayant un certain poids, ne peut l'être qu'à certaine hauteur et à certaine distance? Qu'il ait besoin pour se développer de l'air et d'une certaine température? Ainsi s'explique qu'il reste inoffensif sous une nappe d'eau, et qu'il soit détruit par la sécheresse, qu'enfin un rideau d'arbres, qui tamise l'air, l'arrête dans sa course.

Nous le voyons donc, toutes ces considérations plaident bien fort en faveur de cette hypothèse, et il devient difficile, je le répète, de ne pas l'accepter comme la plus probable. Pour ce qui me concerne, après avoir suivi, scruté, analysé les manifestations du paludisme pendant de nombreuses années, l'intervention d'un ou des micro-germes dans son étiologie atteint dans mon esprit un tel degré de probabilité qu'elle vaut presque la certitude.

Aussi, étais-je déjà pénétré de ces idées, quand j'écrivais mon traité des fièvres paludéennes à la Guyane; on les retrouvera exprimées sans restriction dans maints endroits. Mais, à l'époque, les recherches que j'avais faites dans cette voie étaient encore trop peu nombreuses, et de plus, je n'écrivais en ce moment qu'un article de géographie médicale, et par conséquent j'écartai tout ce qui était purement théorique. La question de nature fut donc réservée, mais je me promis de l'étudier plus tard, et une seconde corvée coloniale m'en fournit l'occasion.

Arrivé à la Guadeloupe au commencement de l'année 1881, je me préparai à faire cette étude avec le soin que comportait son importance. J'y étais du reste d'autant plus invité, que c'est à cette époque que Laveran annonçait son oscillaire au monde scientifique, et que tout me faisait espérer que des recherches consciencieuses me permettraient de retrouver ce parasite non seulement dans le sang, comme Laveran

l'avait vu, mais aussi dans les marais. Le résultat me paraissait même d'autant plus certain, que le procédé indiqué par l'auteur était simple, et que l'élément avait des dimensions qui rendaient sa constatation facile.

La plupart des auteurs, qui jusque-là s'étaient occupés de ces études, avaient cherché isolément les uns dans le sang et les autres dans le marais. Or, pour embrasser la question dans son ensemble et ne laisser aucun de ses points inexplorés, je résolus de diriger mes recherches dans ces deux voies en même temps. Enfin, pour leur donner toute garantie, pour me préparer de mon mieux à ces investigations délicates, avant d'étudier le sang des paludéens et les micro-organismes des marais, je commençai par étudier longuement le sang normal des différentes races vivant dans le pays, et les micro-organismes des eaux potables et de l'air salubre.

Pendant deux ans, peu de jours se sont passés sans que je ne me sois occupé de ces recherches. J'ai étudié le sang de toutes les races, compté leurs éléments figurés, suivi les modifications qu'ils subissent, et constaté dans plus de deux cents dessins les formes diverses qu'ils peuvent affecter. Le sang de plus de cent paludéens a été également examiné, soit par le procédé de Laveran, soit par celui de Hayem; enfin, j'ai consacré des mois entiers à étudier les micro-organismes des terres salubres et des eaux potables, comprenant celles de plusieurs rivières, des cours d'eau qui alimentent la ville de la Basse-Terre, celle de pluie, et jusqu'à celles des mares et des puits. Près de cinquante échantillons d'eau ont été ainsi examinés. L'analyse de l'air salubre a complété cette série de recherches.

Ce n'est qu'après ces études préliminaires, qui ne m'avaient pas demandé moins de quinze mois, que j'ai abordé l'étude de l'air des marais, celle de leurs eaux et de leurs vases.

Les marais les plus malsains de la Grande-Terre, et particulièrement ceux qui avoisinent la Pointe-à-Pitre, ont été tour à tour examinés; ceux de la Madeleine, du Goizier, de Darbousier, de Fouillole, de Poucette, de la Rivière Salée, ont été successivement visités. Dans chacun d'eux j'ai passé des nuits entières pour analyser l'air, et les résultats de chacune de ces expériences ont été examinés dès le lendemain.

C'est de l'ensemble de ces recherches, qui n'ont pas été

seulement longues et fatigantes, mais dont quelques-unes n'étaient pas sans danger, que je vais rendre compte.

Toutefois, mes résultats sur le sang normal ayant déjà été publiés dans ce même recueil, je me contenterai d'en donner un court résumé, renvoyant pour de plus amples renseignements à l'article précédent¹.

Mais, par contre, le rôle des micro-germes dans l'étiologie du paludisme ayant déjà inspiré de nombreux travaux, je pense être utile en les passant rapidement en revue, par ordre de date; ce sera donc un véritable historique. Enfin, des procédés différents ayant été suivis par les divers observateurs qui se sont livrés à ce genre de recherches depuis plus de cinquante ans, je grouperai toutes ces méthodes et procédés dans une étude critique. Ceux qui voudront les suivre dans cette voie trouveront ainsi tous ces procédés réunis les uns à côté des autres, et de plus avec certaines indications qui pourront leur permettre de se faire une opinion sur leur valeur respective.

Cette étude comprendra donc trois parties :

- 1° *L'historique de l'analyse microscopique de l'air;*
- 2° *La technique;*
- 3° *Mes recherches personnelles.*

PREMIÈRE PARTIE

HISTORIQUE

CHAPITRE PREMIER

MIASMES ORGANISÉS NON SPÉCIAUX

Lancisi ouvre la liste, déjà longue, des auteurs qui, considérant le miasme comme l'élément nuisible des marais, lui ont accordé une nature animée².

¹ Hématimétrie normale et pathologique des pays chauds, *Arch. de médecine navale*. Novembre 1883.

² De noxiis paludum effluviis, l. II, Romæ, 1717.

C'est donc le commencement du dix-huitième siècle qui a vu naître cette théorie, ou tout au moins c'est à cette date que pour la première fois nous la voyons formulée nettement. Bien avant, il est vrai, Vitruve¹, Varron² et Columelle³, auraient attribué les fièvres des marais aux mêmes causes, mais il me paraît difficile que pour trouver dans leurs écrits une idée assez nette du paludisme et des miasmes animés, tels que nous les comprenons aujourd'hui, on ne soit pas obligé de forcer les textes et de leur donner un sens beaucoup plus étendu que leurs auteurs. On est d'autant plus fondé à le croire que si tous, à des titres divers, furent des savants, aucun d'eux ne s'occupa de médecine d'une manière spéciale.

Il n'en est pas de même de Lancisi qui, médecin instruit, observait de plus dans un pays paludéen. Aussi, son opinion, quoique datant de près de deux siècles, n'a-t-elle pour ainsi dire pas vieilli. On y trouve indiquées trois idées fondamentales de la théorie des germes, telle que l'ont faite les travaux les plus récents : d'abord les miasmes sont des animalcules microscopiques résultant de la décomposition végétale des marais ; ensuite, ces miasmes animés pénètrent dans l'organisme pour produire les fièvres palustres ; enfin, ils lui arrivent par l'atmosphère⁴.

La question n'a pas beaucoup avancé depuis.

Adoptées par Razzini, ces idées furent développées par lui avec talent, et grâce à sa haute situation, non seulement il les fit accepter par le monde médical, mais même, il les fit si bien pénétrer dans le peuple, que ce dernier avait donné un nom spécial à ces animalcules dangereux, celui de *Serafici*.

Comme conséquence logique, Razzini conseillait de se défendre contre eux par des voiles de gaz qui empêchaient leur

¹ (Vitruve) Marcus Vitruvius Pollio, vivant au siècle d'Auguste, a surtout fait des ouvrages d'architecture.

² (Varron) Marcus Terentius Varro, mort 26 ans avant J.-C., célèbre polygraphe, dit le plus savant des Romains.

³ (Columelle), Lucius-Junius-Moderatus, vivait dans le premier siècle de notre ère, a fait surtout des ouvrages sur l'agriculture.

⁴ Trente personnes de distinction ayant été se promener vers l'embouchure du Tibre, vingt-neuf d'entre elles furent atteintes de la fièvre tierce, parce que pendant qu'elles étaient au bord du fleuve, le vent avait soufflé tout à coup du midi sur des marais infects.

pénétration dans les voies aériennes, et, en même temps, — le moyen n'enlève rien à l'idée, — de manger de l'ail, les vapeurs alliées détruisant ces animalcules. La théorie de parasitisme, on le voit, était complète.

Cependant, par un de ces revirements de l'opinion dont l'histoire de la médecine nous offre tant d'exemples, cette théorie qui, il est vrai, n'était encore à l'époque qu'une simple vue de l'esprit, une hypothèse ingénieuse mais gratuite, fut si bien oubliée, que pendant un temps, elle disparut de la science.

Du reste, comment cette idée, qui était basée sur une *spécificité*, eût-elle pu résister au torrent de l'école physiologique, pour laquelle la fièvre paludéenne ne dépendait que des alternatives du froid et du chaud, tandis que les miasmes ne la produisaient jamais ? « L'opinion la plus répandue, s'écrie Broussais¹, est que les fièvres intermittentes sont occasionnées par l'air des marais et qu'elles dépendent des miasmes d'origine animale et végétale qui s'en échappent. Il y a déjà longtemps que je combats cette croyance. L'air des marais n'a pas la vertu spécifique : ce sont les alternatives de chaud et de froid qui les produisent.

« Ce ne sont pas les miasmes qui occasionnent les fièvres que l'on voit régner dans les marais, et l'on peut les absorber impunément si l'on se garantit du froid humide. »

Rien ne résiste à ces affirmations du maître. Il fallut, on le sait, de longues années pour secouer leur joug. Aussi, quand on en revint à l'observation rigoureuse des faits, même quand cette observation eut prouvé que les miasmes avaient une influence indiscutable dans l'étiologie des fièvres des marais, ce ne fut encore qu'au milieu de bien des hésitations qu'on la leur accorda.

C'est ainsi que Bonnet², à qui nous devons un traité très soigné des fièvres intermittentes, discute longuement les opinions de Broussais, celles de Deveze et de Rochoux, et si la force de la logique le conduit à admettre les miasmes, il ne le fait qu'en ne leur accordant pas une action exclusive.

Il est intéressant de suivre les phases par lesquelles passe son esprit :

¹ 221^e proposit. p. 670 et 672. (*Commentaires des propositions de pathologie.*)

² Bonnet. *Traité des fièvres intermittentes*, 1835.

« Ces diverses circonstances ne permettent pas de douter, écrit-il d'abord, que les vapeurs qui se dégagent des eaux stagnantes n'aient une influence bien marquée sur le développement des affections fébriles périodiques; mais, ajoute-t-il, elles n'en sont pas l'unique cause¹. »

Cependant, au fur et à mesure qu'il discute, la lumière semble se faire dans sa pensée. Aussi, quelques pages plus loin, les réserves deviennent-elles moindres². « Ces exhalaisons doivent être considérées comme la cause la plus commune, la plus efficace, des affections fébriles périodiques. »

Enfin, quelques lignes de plus, et Bonnet ne résiste plus à la pression des faits: « La vérité³ est que ces vicissitudes suffisent souvent pour occasionner la fièvre d'accès; mais elles n'ont, dans aucun cas, assez d'activité pour faire qu'elles attaquent un grand nombre de personnes en même temps: *toutes les fois que ce dernier fait a lieu, ce sont les exhalaisons marécageuses qui la déterminent.* »

L'ombre du maître s'est évanouie!

Mais, si Bonnet croit aux miasmes, observateur rigoureux, il attend les faits pour admettre leur nature animée ou la repousser: « On a également⁴ essayé de jeter quelque lumière sur les propriétés physiques de l'air des marais; mais l'imperfection des instruments eudiométriques que nous possédons n'a pas permis d'atteindre le principe matériel qui influe d'une manière si puissante sur la production des fièvres intermittentes. Non seulement les expériences qu'on a faites dans cette voie n'ont jeté aucune lumière sur la composition des exhalaisons miasmatiques, mais, ce qui est vraiment digne de remarque, c'est que l'air des lieux bas, humides et marécageux, a paru quelquefois contenir une ou deux parties d'oxygène de plus que celui des lieux bien exposés. On ne sait donc rien de positif sur la nature des effluves du marais. Ce n'est pas à dire que l'on puisse douter de leur réalité; il en est de ces effluves comme du calorique, de la lumière: nous jugeons de leur existence par leurs effets. »

Comme on le voit, Bonnet se tient dans une sage réserve;

¹ P. 289, *Traité des fièvres intermittentes*, Bonnet.

² P. 292, *ibid.*

³ P. 293, *ibid.*

⁴ P. 298, *ibid.*

aussi n'est-ce qu'avec quelque doute que nous devons le compter parmi les partisans de la théorie que nous exposons.

C'est donc réellement à Mitchell¹ que revient l'honneur d'avoir relié les anneaux de la chaîne interrompue depuis un demi-siècle de la théorie des miasmes animés. Il le fit franchement, et non sans audace, dans une série de leçons faites à Philadelphie, en 1849, au collège médical de Jefferson. La théorie des miasmes y fut exposée d'une manière complète et avec conviction. Son auteur cita de nombreux exemples de fièvres intermittentes survenues chez des personnes ayant respiré un air chargé de spores de champignons, ainsi que l'a prouvé l'examen de leurs mucosités bronchiques et nasales. Mais il n'alla pas plus loin. Quel était le mode d'action de ces sporules? Était-il mécanique ou toxique? Il ne le chercha pas. Il ne se demanda même pas si ces sporules pénétraient dans le sang; si tous étaient nuisibles, ou si la toxicité ne revenait qu'à quelques-uns d'entre eux. Il semble cependant donner la préférence à la première de ces hypothèses. Malgré l'accent de conviction de Mitchell, on sent que ce n'est que l'ébauche d'une théorie. Aussi plusieurs années s'écoulèrent-elles sans que ses idées fissent beaucoup d'adeptes. En Europe, du moins, elles ne trouvèrent guère que des incrédules.

Les premiers qui suivirent Mitchell dans cette voie furent également deux Américains, Mührry et Hammond. Le premier², il faut le reconnaître, n'apporta à la théorie qu'un faible appui. Sans citer aucune expérience nouvelle, sans observation personnelle, procédant seulement par voie d'exclusion, il en arrive à conclure à un germe animé comme cause de la fièvre intermittente. Ce germe microscopique devait être un infusoire végétal.

Mais avec Hammond³, dont les travaux suivirent ceux de Mitchell de quatorze ans environ, commença une ère nouvelle. Ce fut celle des recherches minutieuses, dans lesquelles bien d'autres, et presque coup sur coup, devaient le suivre. On ne se contenta plus de croire aux miasmes animés, on s'attacha à les démontrer. Quelques-uns même, nous le verrons plus tard, ne

¹ J. K. Mitchell. *On the cryptogamous origin of malarious and epidemic fevers*. Philadelphie, 1849.

² *Die geographischen Verhältnisse*, etc., ch. VI.

³ W. A. Hammond, *A treatise on hygiene*. Philadelphie, 1863.

se contentèrent pas de cette rigueur plus scientifique. Ils poussèrent leurs investigations plus loin, et renonçant à la théorie des miasmes en général, ne crurent plus qu'à l'intoxication par un seul¹.

W. A. Hammond fit de nombreuses expériences.

A l'aide d'un aspirateur, il recueillit les spores contenues dans l'atmosphère des localités marécageuses. Les sporules qu'il trouva appartenaient aux basidiomycètes, aux hyménomycètes et gastéromycètes. Mais il s'en tint là pour leur détermination. C'était cependant, il faut le reconnaître, un grand pas accompli.

En France, Gigot (de Levroux), avant Lemaire, ayant fait passer l'air des localités marécageuses à travers l'acide sulfurique, y reconnut un grand nombre de corps organiques végétaux ou animaux, qu'il regarda comme la cause de l'impaludisme, à l'exclusion des gaz proprement dits. Mais de même qu'Hammond, il s'arrêta trop tôt dans cette voie.

Les germes constatés dans l'atmosphère, quelques faits lui suffirent pour conclure. Lui-même avait contracté la fièvre en inspectant une grande quantité de foin, et une autre fois en remuant de vieux livres chargés de poussière. Que de points n'aurait-il pas fallu éclaircir pour faire de ces quelques idées un tout scientifique ?

Mais l'élan était donné, et quelques années suffirent pour voir apparaître les travaux de Vauréal (1864), de Lemaire (1864) et de Holden (1866).

Le premier, dans une thèse plutôt théorique que pratique, mais fort remarquée, chercha à assimiler les ferments à des germes et à des virus. Quant à Lemaire, ses expériences furent mémorables, et cela d'autant plus qu'elles lui ont servi de point de départ pour presque tous ses travaux, on pourrait dire sa doctrine.

Conseillé par Gratiolet, et en collaboration avec lui d'abord, puis livré à lui-même, Lemaire a poursuivi une longue série de recherches qui sont souvent discutées. Aussi, ne craindrai-je pas, en les exposant, de le faire avec quelques détails. Souvent même, le citerai-je textuellement.

¹ *Recherches sur la nature des émanations marécageuses.* Paris, 1859.

Lemaire¹ a examiné comparativement l'air de la Sologne, celui du Jardin des Plantes et enfin celui de Romainville (Seine). Le procédé employé a été celui de la condensation de la vapeur d'eau de l'atmosphère par le froid. Cette vapeur d'eau était placée dans des tubes bouchés, mise en présence d'une grande quantité d'air naturel à la température ambiante, et étudiée au microscope d'abord au moment même de sa condensation, et ensuite une série de fois dans les jours suivants.

A. *Air de la Sologne.* — L'analyse fut faite le 20 juillet 1864 avec Gratiolet, dans le voisinage du village Saint-Viatre, appelé aussi Tremble-Vif. L'expérience a duré de onze heures du matin à cinq heures du soir, par un soleil très chaud, sur le bord de deux étangs contenant beaucoup de vase. Lemaire ne dit pas s'ils étaient en partie secs, ou couverts en totalité par les eaux. La condensation a eu lieu à un mètre au-dessus du sol.

« *Au moment de sa condensation*, le liquide était incolore, limpide; son odeur et sa saveur rappelaient celles de l'eau des étangs. Il était sans action sur les papiers réactifs. Il contenait des spores sphériques, ovoïdales et fusiformes; puis un grand nombre de cellules pâles, de diverses dimensions. Nous trouvâmes en quantité considérable de très petits corps semi-transparents, de formes diverses, sphérique, ovoïdale, cylindrique, régulières ou irrégulières; ces corps, comme je le dirai plus loin, me paraissent reproduire des microphytes ou des microzoaires; enfin, quelques corps bruns, qui nous parurent d'origine végétale, des grains d'amidon, de la poussière et des cristaux cubiques. »

Quinze heures après, la liqueur condensée a été laissée en présence d'un égal volume d'air, par une température de 28 à 30 degrés centigrades.

« Odeur marécageuse plus prononcée encore; peu d'action sur les papiers réactifs; bourgeonnement des petites cellules; plus de deux cents bactérium termo dans une seule goutte. »

Quarante heures après, le liquide est trouble; le nombre des cellules a augmenté; quelques-unes sont bijuguées; les bactérium, vibrions linéoles, spirillum volutans et les monades fourmillent dans le liquide. Par contre, le nombre des petits corps semi-transparents avait beaucoup diminué. « Il existe certai-

¹ Compte rendu de l'Académie des sciences, 17 août 1864, tome LIX, p. 317.

nement un rapport entre la diminution de leur nombre et l'augmentation de celui des microphytes et des microzoaires.

Soixante heures après. « Le liquide troublé par des matières en suspension sous forme de nuage, offre une odeur putride prononcée. Ce dépôt est entièrement formé par des bactérium, des vibrions et des spirillum immobiles. Indépendamment des spores, des cellules isolées et bijuguées, nous trouvâmes de ces dernières réunies en chapelet. Il existait aussi des tubes ramifiés, mêlés à des spores qui peut-être leur appartenaient. Des corps en forme de baguettes immobiles, nombreux, formaient des masses enchevêtrées. D'autres, plus nombreux que les précédents, mais plus petits, immobiles aussi, étaient isolés. Quelle est la nature de ces corps? Ils ressemblent tellement à des bactérium termo et à des vibrions, que je suis porté à penser que ce sont des animalcules immobiles. Enfin, des bactérium, des vibrions, des spirilles et des monadiens très nombreux exécutaient leurs mouvements habituels. »

Quatre jours après, « le nombre de spores, de cellules et de tubes commence à diminuer. »

Huit jours après, 28 juillet, il n'en existe plus. La liqueur ne contient plus que des animalcules qui commencent à devenir immobiles.

« La disparition des bactérium, vibrions et spirilles mit plus de quinze jours à s'accomplir. Puis vint le tour des monades : ce sont les petites espèces qui firent défaut les premières. Aujourd'hui, près d'un mois après la mise en expérience, de rares monades seules existent dans le liquide. »

B. 1. *Air du Jardin des Plantes.* — « La vapeur d'eau a été recueillie le 27 juillet, de deux à quatre heures, par un beau soleil, à deux endroits : au sommet de l'amphithéâtre de chimie, et à deux mètres de distance du gazon de la pelouse qui est devant l'amphithéâtre. »

2. *Eau recueillie devant l'amphithéâtre.* — *Au moment de la condensation :* « l'eau est limpide, inodore, et sans action sur les papiers réactifs. Elle contient des spores ovoïdes et fusiformes, des cellules pâles et un grand nombre de petits corps sphériques, ovalaires, cylindriques, semi-transparents, semblables à l'air de la Sologne. On y trouve de plus quelques grains d'amidon, de la poussière en quantité considérable et des cristaux cubiques. »

Vingt-quatre heures après, l'eau condensée est laissée dans les mêmes conditions que précédemment.

« Les cellules présentent des petites propagules. Une grande quantité de bactérium termo, de vibrions linéoles, de spirillum et de monades se sont développés; et le nombre de petits corps semi-transparents a diminué. »

Quarante-huit heures après, mêmes éléments et en même proportion.

Quatre jours après, léger dépôt sous forme de nuage composé entièrement de bactérium et de vibrions immobiles, monades diverses et très agiles; plus de microphytes.

Vingt jours après, 16 août, les bactérium, les vibrions et les spirilles ont diminué peu à peu; la mauvaise odeur a disparu; le liquide est redevenu clair, et il ne contient plus que quelques monades peu agiles, des corps semi-transparents et de la poussière.

Eau recueillie au sommet de l'amphithéâtre. — « Elle ne contenait pas de spores; les cellules étaient moins nombreuses, plus petites que dans la précédente; il y avait moins de poussière; mais les espèces d'animalcules y ont été constatées aux mêmes époques, en aussi grand nombre. »

C. Air de Romainville. — « L'expérience a été faite le même jour que les précédentes, pour avoir des résultats comparables: une première fois à deux mètres au-dessus d'un terrain en culture, et une seconde fois sur la terrasse d'une maison entourée d'un jardin.

Au moment de la condensation, poussière et filaments divers; quelques rares spores ovoïdes, et un grand nombre de corps semi-transparents, comme précédemment.

Vingt-quatre heures après, quelques cellules bijuguées fort petites; de rares bactéries, vibrions et monades.

Quarante-huit heures après, ni spores, ni cellules; les bactéries et les vibrions sont immobiles, mais les monadiens, assez nombreux, sont très agiles.

Quatorze jours après, 10 août, plus que des monades, dont le nombre diminue.

Vingt jours après, ce n'est qu'avec peine qu'on en a trouvé quelques-unes. Le liquide est resté limpide, et n'a présenté ni mauvaise odeur ni saveur appréciable. »

En somme, comme on le voit, l'air pris dans ces divers

endroits ne différait que par une question de quantité. Les expériences de Lemaire ne lui avaient fait découvrir aucun élément spécial existant dans l'air des marais et manquant dans les autres. C'est du reste ce qui va ressortir de ses conclusions :

« Ces recherches, dit-il, me paraissent prouver qu'en Sologne, où règnent les fièvres paludéennes, l'air contient une quantité considérable de microphytes et de microzoaires, tandis que celui de Romainville, pays très sain, n'offre qu'une minime proportion de ces petits êtres. L'air du Jardin des Plantes diffère de ces deux localités, mais il se rapproche beaucoup de celui de la Sologne. La position du Jardin des Plantes, qui est voisin de la rivière de la Bièvre, de deux amphithéâtres d'anatomie, d'un grand hôpital, et qui renferme dans sa ménagerie, dans le fumier, dans quelques collections d'eaux stagnantes pour les besoins de la culture, des causes d'insalubrité, explique ce résultat. »

Ce sont ces idées, je l'ai dit, qui devinrent la base des idées médicales sur les ferments et sur l'emploi de l'acide phénique, dont l'auteur a tant préconisé l'emploi.

Aussi, quelques années à peine s'étaient-elles écoulées, que nous voyons ses idées se généraliser, et que Lemaire expose sa doctrine dans un mémoire lu à l'Académie des sciences en septembre 1868, dans la *Gazette médicale du mois d'octobre suivant*. Il se demande si le typhus, le choléra, la peste, la fièvre jaune, la dysenterie, les fièvres intermittentes, la pourriture d'hôpital, ne sont pas dus à des infusoires qui jouent le rôle de ferments.

Sans être affirmatif, on voit déjà quelles sont ses tendances : « Tous les faits que je viens de rapporter dans cette esquisse s'enchaînent. Ils me paraissent de la plus haute importance pour la solution de cette question. Avec ces petits êtres, tous les points les plus difficiles que présente l'histoire de ces maladies peuvent être résolus scientifiquement, comme j'espère le démontrer dans la suite de ce travail. »

Trois mois à peine s'écoulent, et Lemaire ramène la question devant l'Académie des sciences. On sent dès lors que le temps des hésitations est passé. Quelques objections existent, il est vrai, mais Lemaire les aborde résolument. Sa doctrine a pris un corps ; à cette idée nouvelle correspond un mot nouveau : la doctrine de Lemaire sera celle de la *pathologie animée*.

Un an après, Van den Korput¹ et Hannon, à propos de la découverte de Salisbury² citant leur propre observation, écrivaient avoir contracté des fièvres intermittentes pour avoir couché dans une chambre dans laquelle ils cultivaient des algues et particulièrement des oscillariées.

« A l'appui de la découverte de M. Salisbury, écrit le premier, je crois utile de rapporter un fait analogue que j'ai plusieurs fois observé sur moi-même à l'époque où j'étais étudiant, et dont je m'étais promis de faire, par la suite, une étude spéciale, mais dont je n'ai pu, depuis, trouver le temps de m'occuper. A diverses reprises j'avais constaté, en effet, que, ayant laissé séjourner dans ma chambre à coucher des *algues* et des *végétaux palustres*, contenus avec de la vase dans un large bassin, je ressentais invariablement, quelques jours après, de véritables accès de fièvre intermittente.

« Déjà, à cette époque, je m'étais demandé si la cause des fièvres intermittentes doit être placée dans des émanations gazeuses de nature hydrogénée, comme le voulaient Rigaud de l'Isle et Julia, ou si elle ne résiderait pas plutôt dans les algues microscopiques dont les sporules ténues seraient entraînées par les vapeurs aqueuses ou soulevées par les vents³. »

« Votre estimable journal, écrit le second, rapporte dans son dernier numéro une découverte de Salisbury relative à l'influence qu'exercent les algues dans la genèse des fièvres intermittentes. Permettez-moi, je vous prie, à l'appui de son assertion et de la vôtre, de citer un fait qui me concerne personnellement, et qui vous prouvera que depuis longtemps le fait annoncé par Salisbury était connu en Belgique.

« En 1843, j'étudiais à l'université de Liège; le savant professeur Ch. Morren m'avait enthousiasmé à tel point à l'étude physiologique des algues d'eau douce, que j'avais encombré les fenêtres et la cheminée de ma chambre à coucher d'assiettes remplies de vauchéries, conferves, zygènes, oscillaires, etc. J'entretenais avec bonheur mon professeur de mes observations sur ces algues, et à chaque fois il me disait :

¹ Van den Korput, *Journal de méd. et de chir. de la Soc. des sc. méd. de Bruxelles*, 1886. XLII^e vol., p. 530.

² Lettre du Dr Hammon au Dr Van den Korput.

³ *Journal de méd. et de chir. de la Soc. des sc. méd. de Bruxelles*, 1866, XLII^e vol. p. 497.

« Prenez garde à l'époque de la fructification, les spores des
« algues donnent la fièvre intermittente : je l'ai éprouvé chaque
« fois que je les ai étudiées de trop près. » Comme je cultivais
mes algues dans de l'eau pure, et non dans l'eau des marais
où je les avais recueillies, je n'attachai aucune importance à
ces observations.

« Mal m'en prit. Un mois plus tard, à l'époque de la fructi-
fication, je fus pris d'un frisson ; mes dents claquèrent ; j'avais
la fièvre : elle dura six semaines. Ce fut le D^r Leclerc qui m'en
débarrassa à Bruxelles. Quand je revis le professeur Ch. Mor-
ren, je lui racontai ce qui m'était arrivé : « Vous voyez, me
« dit-il, je vous l'avais bien dit, vous n'êtes pas le seul que j'ai
« vu devenir févreux de la sorte. »

C'est à une cause à peu près analogue que Holden¹ rapporte
l'épidémie de fièvres intermittentes qu'il a vue débiter la même
année sur son navire en pleine mer. L'auteur cherchant la
cause de cet empoisonnement constata que la soute aux provi-
sions était humide et que des moisissures couvraient ses parois.

Il est évident qu'au milieu des recherches que l'on fait
pour découvrir la cause de la fièvre intermittente, aucun fait
n'est à négliger ; mais encore faut-il ne lui laisser que sa
valeur propre, et celui de Holden, tout en méritant d'être
mentionné, me paraît présenter bien peu de rigueur scien-
tifique. Combien d'autres causes ne pourrait-on pas invoquer
pour expliquer cette épidémie, et combien plus de précision
devons-nous demander aux faits pour leur accorder quelque
valeur !

Mais, je l'ai dit, à partir de ce moment, l'attention du monde
savant est tellement fixée sur ce sujet, que chaque année voit
paraître des observations, des expériences nouvelles.

En 1868, Schürtz de Zwickau² cite un fait semblable à ceux
de Van den Korput et Hannon. Une personne qui se livrait à la
culture des algues fut prise d'accès intermittents : « Cette odeur
saisissante de marécages, développée par de petites masses
d'oscillaires, me les fait soupçonner, dit l'auteur, de n'être pas
indifférentes dans la production des fièvres à malaria. J'en ai
cultivé longtemps sous des cloches très propres, et chaque
matin, je trouvais des cellules à couleur verdâtre dans les

¹ Holden. Janvier 1886. *American journal of the medical sciences*.

² Archives der Heilkunde, 1868, p. 69.

gouttelettes déposées sur les parois intérieures de la cloche. Quel rapport y a-t-il entre ces cellules et les oscillaires? Je l'ignore. Néanmoins, si je les avais trouvées dans toute autre circonstance, je les aurais prises pour des palmelles, et il est fort possible que, en général, les palmelles et tous les végétaux du même genre, encore incomplètement connus, soient des degrés inférieurs du développement d'algues plus parfaites. »

Enfin, dans le mois de septembre de la même année, Selmi¹, à l'aide d'un appareil de Moschati, condense la vapeur d'eau de l'atmosphère et l'abandonne dans une bouteille fermée avec soin. Or, l'auteur constate que dans ces conditions, il se forme un dépôt blanc au fond de la bouteille, et que ce dépôt est constitué par une myriade d'algues, que malheureusement il n'a pas déterminées.

Mais, je dois le dire, si la plupart des expérimentateurs ont constaté un lien plus ou moins étroit entre les micro-organismes et les fièvres palustres, quelques-uns, après des recherches tout aussi consciencieuses, sont arrivés à des résultats inverses. Parmi eux, nous devons citer d'abord Douglas, Cunningham et Lichtenstein.

Les recherches du premier², faites à Calcutta, ne lui ont pas permis de saisir un rapport entre la présence ou l'abondance de tel ou tel microbe avec le développement de la fièvre des marais, pas plus du reste qu'avec aucune autre maladie épidémique. Quant à Lichtenstein³ qui a fait l'analyse de l'air des rues de Berlin, s'il croit pouvoir innocenter d'une manière complète les spores végétales, il demande à faire des réserves sur le rôle pathologique des infusoires et des bactéries.

Les conclusions de Cunningham sont les suivantes⁴ :

« 1° Les infusoires, leurs germes ou leurs œufs sont presque entièrement absents de l'air de Calcutta et de son voisinage.

« 2° Les spores et les autres cellules végétales s'y trouvent en quantité considérable ; leur nombre est indépendant de la vitesse et de la direction du vent. »

¹ Congrès de Florence, p. 111.

² *Microscopic examinations of air*, 1872, Calcutta.

³ *Berliner klinische Wochenschrift*, 1874.

⁴ Le Dr Cunningham ne s'est pas occupé de l'air des marais d'une manière spéciale. Mais je pense que vu l'importance de ses travaux il ne sera pas indifférent au lecteur de trouver ici des conclusions telles que les résume le Dr Miquel dans son remarquable ouvrage sur les organismes vivants dans l'atmosphère (p. 15).

3° L'humidité *moisture* ne diminue pas la quantité des poussières organisées de l'atmosphère.

4° Il ne saurait être établi de connexité (*connection*) entre le nombre, la nature de ces cellules et les décès causés par le choléra, la dysenterie, la dengue, etc.

5° Les particules bactéroïdes, qu'il est difficile de voir dans les poussières de l'air extérieur, sont au contraire très fréquentes dans l'air humide des égouts, où on les trouve mélangées aux spores de *Pénicillium*, d'*Aspergillus*, mais dépouillées des nombreuses productions que l'on rencontre à l'air libre.

6° L'eau de pluie abandonnée à elle-même montre des végétations cryptogamiques, des cercomonades, des amibes, qui semblent provenir des zoospores nés des filaments mycéliens émis par les spores vulgaires.

7° L'addition à des liquides altérables de poussières sèches, même exposées aux chaleurs tropicales, donne rapidement des bactéries et des champignons, quoique les germes de ces productions soient très rarement trouvés dans les poussières sèches. Il paraît dès lors très probable que les monades et les bactéries ont une même origine; mais il reste incertain si leur développement est dû à l'hétérogénèse, à la présence de germes renfermés dans des cellules mères, ou enfin si ces êtres ne sont pas le dernier terme de développement des cryptogames vulgaires. »

Enfin, pour terminer la liste des expérimentateurs qui, après des recherches spéciales, ou bien ont repoussé la théorie des germes animés, ou bien l'ont admise sans spécifier le microgerme qu'il croyait coupable, je dois citer mon collègue et ami le docteur Corre, au travail duquel je ferai un large emprunt. C'est qu'en effet ses recherches doivent figurer parmi celles qui se recommandent le plus au monde scientifique. Outre le mérite d'avoir été pratiquées dans un des pays les plus paludéens du monde, il a eu la bonne pensée d'étudier parallèlement le marais, son atmosphère et le sang des paludéens, et plus que jamais je suis convaincu que c'est cette méthode qui conduira aux résultats importants¹.

« *Air de Boké*. — On y trouve un grand nombre de débris

¹ *Archives de méd. nav.*, juin 1877.

et d'organismes observés dans l'eau des marécages ou d'origine terrestre; quelques-uns paraissent provenir de milieux assez éloignés (transport par les vents): parcelles minérales extrêmement ténues; débris végétaux et animaux en voie de décomposition, granulations moléculaires (plusieurs semblent mobiles à la manière des vibrioniens), fibres et cellules de nature variée, kystes d'infusoires, infusoires et amiboïdes, quelques petites diatomées (navicules), palmellées diverses (fines granulations et corpuscules arrondis, clairs, incolores, avec ou sans vésicule centrale; corps plus volumineux, arrondis, ovoïdes ou déformés, constitués par une masse d'endochrome jaunâtre ou verdâtre, entourée ou non d'une zone périphérique claire et incolore; lamelles ou pellicules ressemblant au *Palmella flava*) fragments d'algues filamenteuses; sporules et spores isolées ou en chapelet, pollen, grains amylacés. »

« *Air de Saint-Louis* (hivernage). — Vibrioniens et grande abondance de petits corpuscules de palmellées, surtout dans les périodes de vent d'est, qui passent sur une vaste étendue de flaques et de marécages. »

« *Réflexions*. — Les observations qui précèdent semblent fournir un nouvel appui à la théorie des miasmes figurés. Partout où l'eau forme flaque, partout où elle croupit, l'on découvre des palmelliées ou des oscillariées; les mêmes algues se rencontrent dans l'air atmosphérique des localités palustres, et même certaines formes prédominent au moment de constitutions médicales particulières. (Je n'ai jamais observé une aussi grande quantité de petites cellules claires, à vésicule centrale presque imperceptible au grossissement de 400 diamètres, que pendant la durée d'une constitution algide très accentuée, à Saint-Louis; l'atmosphère en était surchargée; c'était vers la fin de l'hivernage dernier, pendant une période de vent d'est). »

« Je décris ce que j'ai vu, j'apporte mon contingent de faits; mais, malgré leur apparence favorable à la théorie en vogue, mes observations n'ont point effacé le doute où je suis depuis longtemps, de l'existence d'un miasme paludéen figuré. »

« La présence au sein des eaux et dans l'atmosphère des palmellées et des oscillariées, tour à tour incriminées, n'est point une preuve de leur nocivité; tout ce qu'on peut affirmer, c'est la coexistence habituelle des fièvres d'accès et des protor-

ganismes dont je viens de parler. Pour établir entre ces éléments une corrélation de cause à effet, il faudrait démontrer la pénétration des corpuscules prétendus infectieux dans l'organisme humain; jusque-là, toutes ces expériences, mal contrôlées, déguisant leur faiblesse sous une apparence de précision déjà suspecte, infirmées d'ailleurs par des observateurs très dignes de foi, ne sauraient prétendre à aucune considération sérieuse. »

Jusqu'à présent, nous l'avons vu, si la plupart des auteurs des diverses expériences que je viens de relater se sont montrés partisans de la théorie des miasmes animés, il faut le reconnaître, tous ne l'ont fait que d'une manière vague, attribuant l'intoxication paludéenne à l'ensemble de ces germes atmosphériques, quelle que soit leur nature, et souvent même sans chercher à prouver quel était leur mode d'action.

Il est en même temps peu de ces expériences, comme le dit avec raison le docteur Corre, qui puissent supporter une critique sérieuse, surtout quand, à côté de la défectuosité des méthodes suivies et de leurs faibles résultats, on met l'importance des conclusions auxquelles chaque auteur est arrivé. Ces études sont donc, en général, imparfaites. Le plus souvent, il a suffi de la constatation de l'existence de micro-germes dans l'air des marais, pour en conclure qu'ils étaient bien la cause du paludisme. Que d'objections se dressent et des mieux fondées contre une pareille conclusion ! Il aurait fallu démontrer que ces germes ne se trouvaient pas en dehors des marais ; que leur disparition de l'air des marais les rendait inoffensifs ; que leur retour ramenait les fièvres ; et enfin, il aurait fallu rechercher quel était de ces nombreux germes celui qui était réellement dangereux, tous, en effet, ne pouvant jouir de ce triste privilège.

C'est, avec des degrés divers de précision, ce qu'ont cherché à faire les expérimentateurs dont il me reste à exposer les études.

CHAPITRE II

MIASMES ANIMÉS SPÉCIAUX ¹

Désormais, en effet, nous allons le voir, les recherches vont relever d'une méthode plus rigoureuse ; elles vont descendre plus profondément dans l'étude intime de l'intoxication ; enfin, elles vont chercher à isoler, spécialiser le microgerme fébrigène. Il ne suffira plus aux expérimentateurs de le trouver dans l'air des marais, il leur faudra le suivre dans notre organisme, surprendre son évolution, et connaître avec sa nature intime jusqu'au moindre détail de son existence. Souvent même l'expérimentation viendra joindre son contingent de preuves à celles de l'observation.

Le nombre des microgermes incriminés jusqu'à présent ne s'élève pas à moins de huit. Ce sont : la *Mucedina areale* de Massy, le *Gemiasma* de Salisbury, le *Bacterium* de Binz², l'*Alga miasmatica* de Balestra, le *Lymnophysalis hyalina* d'Eklund, le *Bacteridium bruneum* de Lanzi et Terrigni, le *Bacillus malarix* de Klebs et Tommasi Crudeli³, et enfin l'*Oscillaire* de Laveran.

Je les passerai successivement en revue.

Le mérite d'être entré le premier dans cette voie revient au docteur Massy de Ceylan⁴. Il est vrai que la méthode suivie n'est pas encore aussi rigoureuse que celles de quelques-uns de ses successeurs ; mais déjà, ce fait caractérise ses recherches, c'est qu'au milieu des nombreux micro-organismes qu'il trouve dans l'atmosphère, il précise celui qui seul lui paraît dangereux. Nous entrons avec lui, on le voit, dans un ordre d'idées absolument nouveau.

Pendant une épidémie de fièvres palustres qui sévissait à Jaffna, Massy observa que l'air et l'eau étaient envahis par une quantité considérable d'un champignon microscopique

¹ *Max Schultze's. Archiv.* 1867.

² Je tiens à rappeler dès le début de ce chapitre que je ne fais ici que de l'historique. La discussion et la critique des diverses opinions n'auront lieu qu'à la fin de ce travail lorsque j'aurai exposé tous les éléments de cette discussion.

³ *Reale accademia dei Linci*, juin 1879.

⁴ Massy. *Army med. report*, 1865.

auquel il donna le nom de *Mucédinée aréale*. Mais de plus, ayant constaté que ces mucédinées étaient généralement mélangées aux crachats et à l'urine des fébricitants, il crut pouvoir les considérer comme la cause de cette épidémie. Ce fait admis sans beaucoup de preuves, il est vrai, il décrivit sa mucédinée avec le plus grand soin ; mais là s'arrêtèrent ses constatations.

Ses conclusions furent les suivantes : « De tout ceci, dit-il, il paraît très probable que l'agent de la fièvre intermittente est un poison spécial transporté et développé par des champignons ; que c'est un virus de nature organique dans une période de transition. »

On ne saurait être sévère pour Massy. Ses recherches, que nous trouvons insuffisantes aujourd'hui, offraient cependant à l'époque plus de précision qu'aucune de celles qui les avaient précédées. Pour juger à sa valeur une étude, une découverte, il faut se reporter au temps où elles ont été faites. On doit donc plutôt savoir gré à Massy d'avoir engagé la science dans cette voie nouvelle.

Mais, cette justice rendue, nous devons reconnaître que ses constatations restèrent bien incomplètes, qu'elles laissèrent une foule d'objections sans réponse, et que ses conclusions furent trop hâtives. Aussi, ne puis-je que m'associer à l'opinion si bien exprimée par Valin dans son savant article *Marais*, du Dictionnaire encyclopédique¹ : « Ce qui diminue un peu la signification pathologique de cette mucédinée, dit-il, c'est sa fréquence même, et l'abondance avec laquelle on la rencontre partout : dans la sérosité des vésicules de lichen tropicus, sur les cheveux d'un indigène atteint de plique polonaise, sur les ulcères endémiques de la langue (sore tongue), comme aussi et surtout chez tous les individus atteints de fièvre. »

Mais avec Salisbury², la science a semblé tout d'abord faire un pas considérable. Recherches longues et répétées, relations constantes entre le toxique et l'affection, élimination de causes d'erreurs, détermination naturelle bien précise du toxique, enfin, fait important, contre-épreuve, tout paraissait se tenir

¹ Article *Marais*. Dictionnaire encyclopédique, pages 733 et 734.

² *The american journal of the medical sciences*, janvier 1866, et *Revue des cours scientifiques*, novembre 1869. *Annales d'hygiène*, avril 1868.

si bien, s'enchaîner si rigoureusement, que le monde savant, dès le premier moment, se déclara convaincu. Seuls, quelques expérimentateurs en appelèrent, et, il faut le reconnaître, l'avenir paraît maintenant justifier leurs réserves.

C'est en 1862 que Salisbury commença ses expériences, mais ce n'est que quatre ans après qu'il les publia. Ses premières recherches portèrent sur les crachats des impaludés. Il y rencontra une foule de micro-organismes de natures diverses, dont la présence était plus ou moins rare, mais surtout des cellules ressemblant au genre *palmella*, et qui le frappèrent par leur constance. A cette constance chez les impaludés, qui déjà était bien digne d'éveiller son attention, vint bientôt se joindre une autre particularité non moins probante et d'une signification non moins nette, ce fut l'absence complète chez tous ceux qui vivaient en dehors de la sphère d'action du paludisme.

La relation des fièvres palustres et de ces palmelles devenait ainsi évidente. Mais, quelle était cette relation ? Ces palmelles étaient-elles réellement la cause de la fièvre intermittente ? Se développent-elles, au contraire, sous son influence ? Enfin, en admettant qu'elles fussent réellement l'agent fébrigène, quelle était leur origine, quel était leur habitat ? C'est ce que Salisbury chercha à élucider dans les expériences suivantes.

Des plaques de verre furent placés dans les marais, et, après quelques essais, il constata que l'atmosphère qui le couvrait contenait toujours de ces palmelles, qu'elles s'y trouvaient en plus grande quantité pendant la nuit que pendant le jour ; qu'enfin certains points de ce marais qu'il put déterminer leur offraient les conditions les meilleures de culture.

Ces recherches, que l'auteur poursuivit avec la plus grande patience, et avec un esprit rigoureux d'observation, le conduisirent aux conclusions suivantes :

« 1° Les spores cryptogamiques et les autres corpuscules sont surtout élevés au-dessus de la surface du sol pendant la nuit ; ils sont tenus en suspension dans les vapeurs froides qui s'élèvent après le coucher du soleil, et retombent sur terre bientôt après le lever de cet astre.

« 2° Les points maximum de leur élévation varient de 35 à 100 pieds. »

« 3° Au-dessus du point le plus élevé des exhalaisons fraîches

de la nuit, ces corpuscules ne se montrent pas, et les fièvre d'accès ne s'y étendent jamais. »

« 4° Pendant le jour, l'air des localités miasmatiques est presque exempt de spores de palmella, et, par conséquent, de la cause qui produit la fièvre intermittente. »

Ainsi, dès lors, l'auteur se regarda-t-il comme fondé à considérer ces palmelles, auxquelles il donna le nom de *Gemiasma* (*germe terrestre*), comme la cause unique et indéniable de la fièvre intermittente. « Autant que j'ai pu examiner, dit-il, en cherchant à justifier sa conclusion, autant que mes observations ont pu s'étendre, je n'ai jamais rencontré un cas de fièvre, sans que je n'aie trouvé dans le voisinage la plante incriminée ; et, réciproquement, je n'ai jamais rencontré celle-ci dans une localité habitée sans y observer, en même temps, des fièvres intermittentes ou rémittentes, en rapport avec l'extension et l'abondance de cette plante. »

Salisbury, je l'ai dit, avait déjà constaté l'existence de ces palmelles dans les crachats, et ce fut même là qu'il les avait vues pour la première fois. Mais il ne s'en tint pas là. L'étude de l'urine lui prouva que les mêmes relations existaient, et cela avec la même constance. Il est vrai qu'en même temps que cette palmelle, des cellules de torulacées, des spores de sphærothicæ, des penicillium, des aspergillus furent aussi trouvés ; mais, outre que ces microphytes n'étaient pas constants, leur présence ou leur absence ne modifia en rien la loi relative aux palmelles.

Le doute, on le voit, devenait de moins en moins permis : les palmelles existaient dans tous les foyers paludéens, et elles n'existaient que là ; elles se trouvaient dans les crachats et les urines des paludéens, et jamais dans les crachats et les urines des autres malades. Les conclusions de Salisbury s'imposaient. Il voulut cependant donner à sa théorie une preuve de plus : celle de l'expérimentation. Il transporte des terres couvertes de palmelles dans un pays non paludéen, place cette terre sur la fenêtre de deux jeunes gens, et douze jours après tous les deux ont une fièvre tierce ! A quelques jours d'intervalle, il recommence la même expérience sur trois sujets, et deux d'entre eux sont pris le dixième et le treizième jour ! Chaque fois, on trouve des palmelles dans les appartements.

Il me paraît difficile de présenter une théorie mieux ap-

puyée par les faits. On cherche en vain où pourrait être la cause d'erreur.

Un fait, cependant, m'avait frappé dès longtemps : Salisbury avait-il cherché dans le sang des paludéens? Avait-il comparativement examiné celui des sujets exempts de fièvres intermittentes? Il ne me paraissait pas plus difficile de retrouver les palmelles dans ce liquide que dans les crachats, l'urine, et, on l'avouera, leur constatation dans le torrent circulatoire eût été un argument qui aurait bien eu sa valeur. Salisbury n'a-t-il pas fait cette recherche, ou ne lui a-t-elle donné aucun résultat? C'est ce que je n'ai pu savoir.

Mais la théorie de Salisbury parut tout d'abord si invulnérable, que personne parmi ceux qui rendirent compte de ses travaux n'osa formuler une objection. Pour être admise dans le domaine scientifique, elle ne trouva d'autre résistance que celle que rencontre toute découverte qui surprend par sa nouveauté. Et cependant, depuis, les idées de Salisbury semblent perdre beaucoup de terrain.

Les premiers qui les combattirent furent les professeurs Wood et Leydy¹. Mais, on va le voir, leurs objections sont loin de pouvoir supporter la comparaison avec la netteté des expériences de Salisbury, et si, elles étaient seules, elles me paraîtraient facilement négligeables.

Wood et Leydy ont couché pendant un mois dans une chambre où ils avaient réuni une grande quantité de palmelles, et n'ont pas eu la fièvre, quoique l'un d'eux, le professeur Leydy, y fût bien sujet. Or, deux objections se présentent tout naturellement : la première, c'est que Salisbury n'avait pas accordé la propriété fébrigène à toutes les palmelles, mais à une spécialement qui peut-être faisait défaut parmi celles que ces expérimentateurs avaient réunies ; et de plus, ce n'est pas parce qu'ils ont échappé à l'intoxication que l'on pourrait nier la propriété toxique de ces palmelles. Les sciences biologiques, et la médecine surtout, nous offrent tous les jours des exceptions semblables, sans que leurs lois générales soient le moins infirmées.

Les autres arguments de Wood ne me paraissent pas plus

¹ *An examination into the truth of the asserted production of general diseases by organised entities in american journal of med. sc.* 1868, p. 552-552.

concluants. Wood, en effet, combat Salisbury en disant que les palmelles, étant des plantes riches en chlorophylle, ont besoin de l'action de la lumière, et qu'elles ne sauraient vivre dans le corps ; qu'on en trouve dans les pays non marécageux et même trop froids, pour que le paludisme puisse s'y produire ; enfin, qu'elles résistent à une solution de sulfate de quinine. Tous ces faits sont exacts, je l'accorde volontiers à Wood ; mais encore, est-il bien sûr que parmi les palmelles, aucune ne fasse exception aux règles qu'il donne ? Et, de plus, je pense que l'exactitude de la détermination botanique importe peu à Salisbury et au corps médical. Il peut se faire que le *Gemiasma* trouvé par Salisbury ne soit pas une palmelle, qu'il soit un champignon au lieu d'être une algue ; mais, que nous importe si tout le reste est exact ?

Mais Wood et Leydy n'ont pas été les seuls contradicteurs de Salisbury. En 1872, pendant le congrès scientifique de Lyon, une commission, composée de Colrat, Magnin et Fochier, fut nommée pour examiner la Dombes marécageuse, et y rechercher les micro-organismes signalés jusque-là comme cause de la fièvre intermittente, et tout particulièrement ceux décrits par Salisbury et Balestra. Les constatations de la Commission ne parurent pas tout d'abord contraires à la découverte de Salisbury. Nous trouvons, en effet, dans le compte rendu de cette Commission, le passage suivant qui semble plutôt en être la confirmation :

« Le dimanche, 22 septembre, le Congrès, en allant à Bourg, s'arrêta à Villars pour visiter un étang des Dombes. Le bureau du Congrès ne voulant pas borner cette exploration à une simple visite de touriste, avait confié à trois jeunes et savants confrères, MM. Colrat, Fochier et Magnin, le soin de faire, pour la circonstance, l'étude microscopique de la végétation fébrigène qu'alimentent les étangs : mission dont ils s'acquittèrent avec le zèle le plus exemplaire, puisqu'ils purent mettre sous les yeux des membres du Congrès des préparations montrant les principales variétés d'algues recueillies par eux sur le bord des étangs.

C'est sur le bord des étangs qui sont tour à tour recouverts et abandonnés par les eaux, que les membres de la Commission ont trouvé la végétation fébrigène, répondant point par point à la description de Salisbury.

Cette végétation constitue de légères efflorescences d'une

épaisseur d'un demi-millimètre à peine, ressemblant à un semis de brique pilée. Ces efflorescences se trouvaient en compagnie du *Protococcus viridis*, espèce d'algue unicellulaire, voisine des Palmelles. Sous le microscope, on trouve une masse de cellules rouge brique, plongée dans une sorte d'atmosphère incolore et amorphe, cellules généralement ovales, quelquefois sphériques, à parois transparentes, incolores, quelquefois composées de plusieurs couches.

Le contenu consiste en sporules nombreuses, très petites, à membrane d'enveloppe souvent à double contour (fig. 1, B) et munies, lorsqu'elles sont parvenues à l'âge adulte, d'un noyau fortement réfringent (fig. 1, A). La matière gélatineuse qui englobe les grosses cellules est amorphe, achroïque, transparente, quelquefois stratifiée. Elle provient de la fonte des membranes mères au fur et à mesure du développement endogène des sporules, qui, à leur tour, remplissent le rôle des cellules mères, en donnant naissance à d'autres sporules (fig. 1, C).

Ces caractères montrent bien qu'il s'agit d'une algue unicellulaire, de la famille des Palmelles, répondant à la description que Salisbury a donnée de son genre *Gemiasma* et de l'espèce *Rubra*. »

Magnin, à qui j'emprunte cet extrait du rapport, le fait de plus suivre des détails complémentaires suivants :

« Cette algue est certainement la plus commune et la plus abondamment répandue du pays d'étangs ; je l'ai rencontrée non seulement dans la Dombes, mais encore dans un grand nombre de lieux humides, sur les sols argileux, aux environs de Lyon.

Elle couvre les bords des étangs, surtout les parties piétinées par les bestiaux (Salisbury a observé la même prédilection d'habitat pour ses palmelles) ; elle s'y développe souvent avec une grande rapidité.

Dans la première partie de ce travail, on a vu que la coupe du limon des étangs présentait une succession de zones alternativement blanches ou colorées en rouge par les débris de cette palmelle ; ces zones sont produites par les dépôts successifs abandonnés par les eaux de l'étang dans leur mouvement de va-et-vient, et recouvrant chaque fois la couche de palmelle qui s'est développée pendant que la surface était à sec.

« Cette algue répond à la description donnée par les algologues du *Chlorococcum coccoma*;

Chlorococcum coccoma (*Palmella coccoma*, Kunze, *Hæmatococcus coccoma*, Menegh, *Protococcus coccoma*, Ktz).

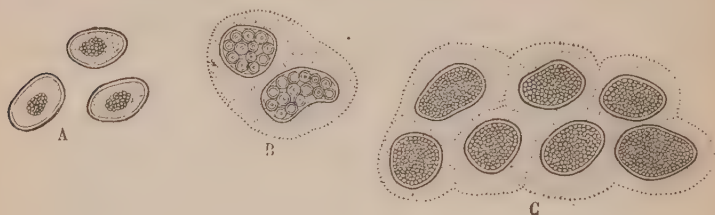


Fig. 1.

Ch. terrestre, strato tenui, aurantio-rubro, nonnunquam incolorem viridem mutato; cellulis sphæroideis (plerumque cinnabarinis), in familias parvas, tegumento subareto involutas consociatis.

Diam. fam. $1/150 - 1/75'' = 0,00059 - 0,0011''$

Hab. in limo argillaceo subhumido ad fluminum lacuum ripas, nec non in aliis similibus locis per totam Europam¹.

En comparant les descriptions des *Gemiasma protuberans* et autres palmellées de Salisbury² avec celle de notre *Chlorococcum*, on se convaincra que ce sont des espèces identiques ou tout au moins très voisines. »

Comme on le voit, le *Gemiasma*, peut-être avec un nom différent, était retrouvé, et sa fréquence sur le bord des étangs bien prouvée. Il y avait mieux; Magnin constatait que ses débris coloraient certaines couches du limon des étangs. Salisbury paraissait donc avoir trouvé un puissant auxiliaire dans la commission des Dombes. Il n'en fut rien cependant.

Les résultats des expériences faites avec le *chlorococcum*, à la suite de ces constatations, furent loin, en effet, de lui être favorables.

¹ Rabenhorst. *Flora algarum europæarum*, etc., fasc. 5, p. 59.

Quelques demandes que j'aie faites, je n'ai pu trouver le Dr Magnin. Cependant comme il était important pour l'intelligence de sa description que le dessin qu'il a donné de cette algue fût reproduit, je me suis décidé à le faire sans son autorisation, pensant bien que ni lui ni son éditeur ne pourraient le trouver mauvais.

² *Revue des cours*, 1869, p. 775.

Magnin les a ainsi résumées dans sa thèse :

« 1° Je n'ai jamais pu trouver dans la rosée condensée sur des plaques de verre, au voisinage des étangs, des spores qu'on puisse rapporter à des cellules de chlorococcum.

2° Des plaques de terre recouvertes de cette algue, enlevées sur le bord des étangs et transportées dans diverses habitations de Lyon, n'ont jamais déterminé des accès de fièvre. »

Mais Magnin ne s'en est pas tenu là. Prenant les recherches de la commission des Dombes comme point de départ, il les a fait suivre d'autres nombreuses qu'il a réunies dans une excellente thèse inaugurale dont les conclusions, on va le voir, sont, au point de vue qui nous occupe, absolument opposées aux premières¹.

I

« 1° Les étangs de la Dombes reconnaissent, comme cause première, la présence de la boue glaciaire ou de ses dérivés ; sans la boue glaciaire, le plateau bressan serait une vaste surface aride.

2° La plupart des étangs sont l'œuvre de l'homme ; malgré l'imperméabilité du sol, partout (quelques points marécageux, les Echets, par exemple, exceptés), la pente est suffisante pour l'écoulement des eaux.

II

« 3° Si tous les étangs n'ont pas, par eux-mêmes, les effets pernicioeux des marais, tous contribuent à l'insalubrité de la Dombes, en retenant les eaux, et en déterminant dans leur voisinage la formation de points marécageux, qui sont des foyers de miasme paludéen.

4° Leurs effets se manifestent par des affections à type intermittent et rémittent, etc., aboutissant à la cachexie et finalement à la diminution de la densité de la population et du nombre des naissances, l'augmentation des décès, l'abaissement de la vie moyenne, etc.

5° Depuis les travaux de dessèchement entrepris pendant

¹ Magnin. *Recherches géologiques, botaniques et statistiques sur l'impaludisme dans les Dombes*. Thèse Paris, 1876.

ces quinze dernières années, la situation hygiénique de la Dombes semble s'être améliorée; la population et les naissances ont augmenté; les décès ont diminué; le taux de la vie moyenne paraît s'être élevé; mais il est nécessaire de faire des réserves sur ce dernier point, qui demande de plus amples recherches.

III

« 6° Le miasme paludéen est bien un corps pondérable, susceptible d'être transporté par les vents, ainsi que le démontrent les faits nombreux de dissémination, l'extension des fièvres dans les parties voisines du pays d'étangs, sous l'influence et dans la direction des vents locaux et généraux de la Dombes.

7° Le miasme paludéen paraît être constitué par un corps organisé, probablement végétal.

8° *Les descriptions des palmelles données par Salisbury, des microphytes observés par Balestra, etc., sont trop peu explicites pour permettre une détermination exacte ou une identification certaine.*

9° *Les algues que nous avons recueillies dans la Dombes, et qui se rapprochent le plus de la description des palmelles de Salisbury, n'ont pas déterminé d'accès fébrile.*

10° *Ce résultat négatif, qui concorde avec les recherches de Leydy, de Wood, etc., doit faire rejeter complètement l'opinion de ceux qui voient dans ces palmelles le miasme paludéen lui-même; les faits de Schurtz, Hannon, etc., indiquent qu'on doit le rechercher plutôt dans les algues du groupe des oscillariées entendues dans leur sens le plus large. »*

Comme on le voit, moins encore que celles de la commission, les conclusions de Magnin sont favorables au professeur américain. Mais ici, peut-être, y a-t-il encore place au doute : « Nous trouvâmes, dit Magnin, sur les bords des étangs visités par nous, près de Villars, des algues répondant assez exactement aux palmelles de Salisbury, autant du moins que leur description imparfaite permet une identification. »

Cette algue qui serait le *Chlorococcum coccoma* ou *Palmella coccoma*, existe dans beaucoup d'endroits où n'existe pas la

fièvre; des plaques de terre recouvertes de cette algue, et transportées dans diverses habitations de Lyon, n'ont jamais déterminé d'accès de fièvres chez les personnes qui les habitaient.

L'on ne saurait contester l'autorité de la commission des Dombes, ni discuter sans quelque hésitation les conclusions de Magnin; mais, tout en maintenant leurs conclusions pour exactes, en ce qui regarde les faits observés, ne peut-on se demander si la palmelle trouvée est bien celle de Salisbury, et si des recherches ultérieures, plus prolongées, faites dans d'autres conditions, ne l'eussent pas démontrée? Enfin, l'avouerai-je, les expériences faites dans les maisons de Lyon ne me paraissent pas bien probantes.

Mais, si l'observation de Wood et de Leydy, si les travaux de Magnin et de la commission des Dombes, ne sont pas de nature à faire rejeter d'une manière absolue les idées de Salisbury, il faut avouer que, tout au moins, elles ouvrent une large porte au doute. Certains faits viennent même donner à ces doutes un nouvel appui. Depuis dix-huit ans, les idées de Salisbury sont connues du monde entier; il n'est pas de foyer du paludisme qui, depuis cette époque, n'ait été plus ou moins exploré; des recherches des plus sérieuses ont été faites depuis, surtout par les médecins italiens. Or, personne, jusqu'à présent, n'a revu le *Gemiasma* de Salisbury, tout au moins avec ses propriétés fébrigènes. Personne n'en a parlé, même parmi ceux qui exercent dans le pays qui serait sa patrie. N'a-t-on pas quelque droit de s'en étonner, quand on a vu avec quelle constance Salisbury l'a toujours si facilement retrouvé? Si Salisbury n'a pas été induit en erreur, on ne peut donc admettre qu'une de ces deux hypothèses : ou bien on a mal cherché sa palmelle, ou bien l'agent fébrigène varie avec les foyers paludéens.

Nous verrons quelle est celle que justifiera l'avenir.

Un des arguments sur lequel reviennent le plus souvent les adversaires du parasitisme du paludisme, c'est qu'aucun expérimentateur n'a trouvé le même parasite. Le *Gemiasma* de Salisbury a fait oublier la *Mucédinée* aréale de Massy; depuis, les *Bactéries* de Binz, l'*Alga miasmatica* de Balestra, les *Lymnophysalis hyalina* d'Eklund, tendent à disparaître; et

seuls enfin le *Bacillus* de Klebs et l'Oscillaire de Laveran se disputent la place auprès du monde scientifique. On peut donc se demander si même pour ceux qui soutiennent encore la lutte, leur sort ne sera pas celui de ceux qu'ils ont remplacés.

Les bactéries de Binz¹ sont peut-être de tous les parasites ceux qui sont le moins bien armés contre la critique. Il a suffi, en effet, à Binz, de constater qu'il existait des bactéries dans le sang des paludéens, et que ces infusoires étaient tués par la quinine, pour expliquer ainsi et la fièvre intermittente et sa guérison par cet agent thérapeutique. Ses expériences faites sur les chiens sont encore moins probantes puisqu'elles restèrent sans résultat². Il est évident que la science, si sévère aujourd'hui, ne saurait se contenter d'une argumentation donnant autant de prises aux objections.

Bochefontaine³ en a présenté deux des plus sérieuses. D'une part, en effet, il a prouvé que le sang, même normal, peut contenir des bactéries, ce qui enlève à ces microgermes tout caractère spécifique au sujet de la fièvre intermittente; et ensuite que les sels de quinine n'ont qu'une action toxique, peu énergique sur les bactéries, puisqu'il faudrait, étant donnée la quantité normale de sang, administrer 50 grammes de chlorhydrate de quinine en 24 heures, pour constituer un milieu dans lequel la vie leur fût impossible.

C'est également avec un caractère aussi peu rigoureux que se présentent les recherches de Balestra. J'emprunte leur exposé à la thèse de Magnin⁴.

« Les eaux de nos marais Pontins, de Maccarese, d'Ostie, en général, sont un peu troubles, ont un goût saumâtre, et, pendant l'été, sentent mauvais. En les examinant au microscope, on voit une quantité extraordinaire d'infusoires de diverses espèces, selon la provenance de l'eau et son degré de corruption (Bursariens, Trichodiens, Vorticelliens). Mais, parmi ces organismes, celui qui frappe le plus par sa présence

¹ Binz. *Max Schultz's Archiv.*, 1867.

² Binz. *Pharmakologische Studien uber Chemie, Virchow's Archiv.* 1869.

³ Action de la quinine sur les vibrioniens. *Arch. de physiologie.* 1875, 1^{re} série, 1 v. p. 590.

⁴ Congrès médical de toutes les nations, deuxième session de 1869 à Florence, Bologne, 1870, p. 102.

constante dans les eaux des différents marais, et toujours en nombre proportionné au degré de putréfaction de l'eau, c'est une petite plante, un microphyte granulé qui appartient à l'espèce des algues d'une forme spéciale et constante, ressemblant un peu au *Cactus peruvianus*. Il est toujours mêlé à une quantité extraordinaire de petites spores de la grandeur de $1/1000$ de millimètre, ovoïdes, jaune-verdâtre et transparents, et de sporanges ou vésicules, dans lesquelles les spores sont contenues; de $1/500$ à $1/200$ de millimètre, à forme très caractéristique.

« Cette algue nage à la surface de l'eau; elle est iridescente, si elle est jeune, et ressemble à des taches d'huile.... Après avoir grandi, elle tombe au fond de l'eau, n'augmente plus, et en quelques jours sa structure est altérée. Au contraire, les spores se conservent très bien et longuement, et se montrent plus libres et plus distinctes. »

Magnin fait suivre ce passage des considérations suivantes :

« Le Dr Balestra a examiné l'eau condensée sur des récipients en verre remplis de glace, soit dans l'atmosphère à proximité des marais, soit suspendus à 5 centimètres au-dessus d'eau de marais contenue dans des vases, et l'eau distillée dans laquelle on avait fait passer l'air des marais au moyen d'un aspirateur; il a constaté que le produit de la condensation contenait toujours une quantité considérable de spores et de sporanges, « qu'on reconnaît bien facilement à leurs formes spéciales et « caractéristiques. » Il aurait observé, en outre, que le sulfate de quinine et l'acide arsénieux empêchaient le développement soit de l'algue des marais, soit des spores et sporanges observés dans l'air.... »

« Que peut être ce microphyte granulé, qui appartient à l'espèce des algues d'une forme spéciale et constante, ressemblant un peu au *cactus peruvianus*, à forme si caractéristique, mais que l'auteur s'abstient de déterminer ou de rapprocher tout au moins de quelque espèce connue?

« Les sporanges contenant de nombreuses spores, nageant à la surface de l'eau en plaques iridescentes, font penser à des *Chlorococcus*, au *Microcystis aeruginosa*, Ktz, par exemple, le *Flos aquæ* de Trévisan, qu'on trouve fréquemment à la surface des eaux stagnantes.

« En tout cas, malgré la similitude des expériences, de cer-

taines parties des descriptions, on ne peut songer un seul instant à identifier les organismes décrits par MM. Salisbury et Balestra; ajoutons que pour ce dernier, en particulier, aucune expérience ne prouve que ce soit ce microphyte observé sur les eaux marécageuses qui, pénétrant dans le corps de l'homme, détermine les accidents de l'impaludisme.»

Peu sensible aux reproches que fait Magnin à Balestra pour le manque de précision dans la détermination scientifique de son algue, je donne bien plus d'importance à l'observation qui termine ses conclusions. Peu importe, en effet, au corps médical, que le microgerme fébrigène appartienne à tel ou tel ordre des êtres organisés. Mais, ce qui est capital, c'est de le retrouver chez le paludéen après l'avoir vu dans le marais, et de ne le voir que là. Voilà pour le médecin ce qui est essentiel : tout le reste, forme, nom, nature, lui est indifférent. Or cette constatation chez le paludéen reste à faire.

Le *limnophysalis hyalina* qui vient après, se présente sous le patronage d'un confrère de la marine suédoise. Le Dr Eklund¹, après des recherches poursuivies avec persévérance, croit enfin avoir trouvé le parasite de la fièvre intermittente. Ce parasite, qu'il découvre dans la vapeur d'eau qui s'exhale du limon des varechs et des conferves pris dans des pays marécageux, serait, d'après l'auteur, un champignon qui se développe directement du mycélium. « Chaque individu, dit Eklund dans sa description, possède un ou plusieurs filaments qui sont simples ou dichotomés à doubles contours, extrêmement fins, nettement marqués, hyalins et pointus. Dans des conditions favorables, savoir avec de l'humidité, de la chaleur, et la présence de débris végétaux en décomposition, les filaments du mycélium croissent en longueur. De ces longs filaments naît le champignon. Les sporanges, ou plus exactement les conidies, sont des vésicules uniloculaires, parfaitement incolores et transparentes, qui, généralement, sortent de l'un ou des deux côtés des filaments du mycélium, en commençant par de petits bourgeons ou des yeux; très souvent plusieurs, deux ou trois sporanges se trouvent placés l'un sur l'autre, au moins d'un côté du mycélium (fig. 2)². »

¹ Arch. de méd. nav., juillet 1878. Notes sur le miasme palustre.

² Sur ma demande le Dr Eklund a bien voulu m'envoyer un dessin, représentant le limnophysalis. Quoique des plus simples, je pense que ce dessin suffira

« Avec un grossissement linéaire de 480, les sporanges ont un diamètre transversal de 1 jusqu'à 5 millimètres, ou un peu

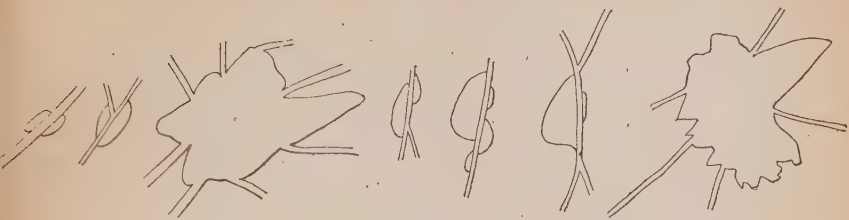


Fig. 2.

plus dans les échantillons les plus grands. Les filaments du mycélium, sous le même grossissement, se montrent très subtils et plus fins qu'un cheveu. La forme des conidies, bien que présentant quelques variétés, est pourtant toujours parfaitement caractéristique : tantôt elles ressemblent, en apparence, à des segments plus ou moins grands, d'un demi-cercle, tantôt avec des ailes de papillons doubles ou simples. Ce n'est qu'exceptionnellement que leur forme est assez irrégulière. Encore jeunes, elles sont parfaitement incolores et transparentes ; quelquefois, elles sont d'une charmante couleur violette ou bleue. » « Dans les sporanges parfaitement mûrs, les sporidies ont une couleur d'un brun obscur. »

Tels sont les caractères qu'Eklund donne de son champignon.

Quant à ses propriétés caractéristiques, « deux faits sont avant tout remarquables : savoir sa propriété d'adhérer à des surfaces aussi parfaitement plates que celles d'un miroir, et sa force de résistance vis-à-vis des réactifs, si l'on excepte les alcalis caustiques et les acides minéraux concentrés. »

Enfin, son mode d'action est résumé d'une manière très nette dans les quelques lignes suivantes : « Le *lymnophysalis hyalina* est à la fois un corps solide, d'une légèreté extrême, et doué de l'organisation la plus délicate. Ce n'est pas un miasme dans le sens commun de ce mot ; il ne porte avec lui aucun poison ; il n'est pas une matière végétale en dé-

pour en donner une idée. Je suis heureux de pouvoir remercier ici le Dr Eklund d'avoir bien voulu satisfaire à ma demande

composition, mais il se nourrit de préférence parmi ces dernières. »

Eklund s'occupe ensuite des moyens de constater son parasite dans le sang des paludéens. Son procédé consiste à recueillir le sang dans des tubes à vaccin, dans lesquels il a mis déjà une certaine quantité d'une solution de nitrate de potasse, ayant à 37°,5 le même poids spécifique que le sérum du sang. Il insiste beaucoup sur l'utilité de cette solution.

A cette condition, il aurait trouvé son parasite chez tous les malades dont le sang aurait été pris pendant la fièvre.

J'avoue que l'exposé d'Eklund me paraît manquer de développement. Il a décrit son parasite avec le plus grand soin, et je comprendrais même qu'il se fût attardé dans cette description; mais le point important, capital, c'était de bien établir la relation de ce parasite avec le paludisme. Il déclare qu'il l'a trouvé chez tous ses fébricitants. Mais, combien de fois l'a-t-il vu? Sous quelle forme? L'a-t-il cherché souvent chez d'autres malades et chez l'homme sain? Le trouve-t-il toujours dans l'air des marais et pas ailleurs? Autant de questions que le monde médical eût certainement aimé à voir résoudre par l'auteur. Enfin, pourquoi ne pas chercher ce parasite dans le sang normal, frais, sans addition de quoi que ce soit, et pour ainsi dire assez vite pour l'avoir comme vivant? Ce sont là, il me semble, de bien sérieuses objections.

Jusqu'à présent, les divers expérimentateurs dont j'ai eu à analyser les découvertes, sauf Binz, s'étaient contentés d'explorer les marais, d'analyser leur atmosphère ou d'examiner les liquides de l'organisme; mais dans ces dernières années, à tous ces moyens, je l'ai dit, quelques observateurs ont joint les injections ou les inoculations. Déjà, il est vrai, en 1869, Binz¹ avait tenté de produire le paludisme chez des chiens, en injectant dans les veines, ou en leur faisant avaler des matières végétales en putréfaction, mais ce fut sans résultat.

Quatre ans après, Griffin² reprit la même idée (1873) mais avec un procédé plus scientifique. Il expérimenta sur des lapins et des chiens, et après leur avoir fait prendre de la vapeur d'eau recueillie sur les marais, il pense avoir observé chez eux des phénomènes comparables à ceux du paludisme.

¹ *Loc. cit.*

² *Bulletino crittogamico*, 1874. (Cité par Laveran.)

Les mêmes résultats auraient été trouvés trois ans après par MM. Lanzi et Terrigi¹ ; ils auraient pu produire le paludisme chez des lapins et des cobayes, non seulement en injectant dans le sang de l'eau des marais, mais aussi en leur faisant respirer l'atmosphère pendant quelques heures par jour ! Il y a plus, c'est qu'en sacrifiant ces animaux, ils auraient trouvé des éléments pigmentés, analogues à ceux qui existent dans le sang des individus morts de fièvres pernicieuses, et qu'enfin ces éléments pigmentés cultivés auraient donné une végétation rappelant les zooglea, et à laquelle ils donnent le nom de *bacteridium bruneum*.

Ce ne fut pas évidemment sans étonnement, ni même sans quelque incrédulité, que ces faits furent reçus par le monde médical. Du reste, il faut l'avouer, il y était bien autorisé. Depuis quelques années, six microgermes avaient été successivement présentés comme le parasite de la fièvre intermittente, et cette affluence même commandait la réserve.

C'est ce sentiment qui lança Klebs et Tommasi Crudeli dans leurs recherches. Or, leur sort, sous un certain rapport tout au moins, ne différa pas de celui de leurs devanciers ; ils ne retrouvèrent aucun des parasites précédemment décrits, mais ils en découvrirent un autre. Cette fois, ce fut un bacille, le *bacillus malarix*.

Le bacille de Klebs et Tommasi Crudeli est un aérobie vivant dans l'air, l'eau et la terre des marais Pontins. « Dans le sol des régions palustres, il se présente sous la forme de spores mobiles réfractant fortement la lumière, allongées, ovalaires ; le diamètre le plus grand de l'ovale étant de 95 millièmes de millimètre. Mais dans l'organisme et dans les liquides de culture, son évolution continuant, son aspect change. Il est alors représenté par de longs filaments qui, d'abord homogènes, se segmentent ensuite transversalement et se divisent en articles dans lesquels se forment les spores.

Les propriétés fébrigènes de ce bacille auraient été constatées expérimentalement. De la terre de marais, séchée au soleil en partie, a été introduite dans des liquides de culture, et ces liquides injectés dans le tissu cellulaire d'un lapin. Or, ces injections auraient été suivies des accidents les plus nets du paludisme, et quelquefois même de mort. Et dans ce cas en

¹ *Accademia medica di Roma*, 1876.

même temps que les lésions du paludisme (tuméfaction de la rate et présence des leucocytes mélanifères), on aurait reconnu les filaments caractéristiques du bacillus.

Ce sont là des premiers faits, on le conçoit, qui méritent l'attention. Les expérimentateurs, cependant, sont allés plus loin. Pour bieu établir que ces phénomènes, symptômes et lésions, dépendent réellement du bacillus lui-même, ils filtrent le liquide de culture, et dès lors ce liquide devient inoffensif. Pas d'expérience bien faite sans contre-épreuve. Klebs et Tommasi Crudeli vont au-devant de l'objection; ils injectent le résidu de la filtration, et ils voient aussitôt tous les phénomènes du paludisme apparaître avec netteté.

Cependant, jusque-là, le bacillus n'avait pas été trouvé dans le sang. Mais un an se passe à peine et d'une part Cecci, marchant sur les traces de Tommasi Crudeli, trouve les *spores* du bacillus dans le sang des lapins auxquels il avait inoculé le liquide des marais; et, d'autre part, un groupe d'autres observateurs à la tête desquels figure Marchiafava le constatent dans le sang des paludéens.

Enfin, à l'exemple de Sciammana, les D^{rs} Ferraresi, Valenti et Piccirilli vont le découvrir jusque dans la rate de l'homme fébricitant!

De 1880 à 1884, plusieurs travaux, la plupart corroborant ou complétant les recherches antérieures, vinrent rappeler le bacillus au monde savant.

C'est dans cette période que se rangent les travaux de Klebs et Tommasi Crudeli, établissant que la culture de sang ou de rate de paludéen reproduit le bacillus *malariae*; celui de Cuboni prouvant que les mêmes cultures faites avec de la pulpe splénique ou du sang non paludéen ne le produisent pas; celui de Rummo contenant les inoculations que Renzi a faites avec succès sur des chiens et des lapins¹; enfin, ceux de Bacelli, Giovanni et Orsi, dont les expériences sur les animaux faites avec du sang paludéen n'ont donné que des résultats négatifs.

Cecchi², élève de Klebs, et travaillant dans son laboratoire,

¹ Rummo. *Notes à la traduction italienne des éléments de pathologie interne de Laveran et Teissier*, t. I, p. 88.

² *Archiv. f. Experience Patls v. Pharmark.*, Bd XV et XVI. *Analyse in Revue de Hayem*, 1883, t. XXI, p. 73.

semble avoir pris pour tâche de reprendre les expériences de son maître, de les vérifier et de les corroborer par les siennes. Enfin, dans un long mémoire, Cecci associé cette fois avec Marchiafava, décrit et figure les altérations aux divers degrés que subissent les globules rouges sous l'influence des bacillus¹. Nous reproduisons ici les principaux types de ces altérations.



Fig. 3. — 1, 2, 3, Globules rouges aux degrés divers d'altération. Ils contiennent des granulations plus ou moins nombreuses de matières pigmentaires².



Fig. 4. — 1. Globule rouge à un degré d'altération très avancée. Il est sans hémoglobine et contient des granulations pigmentaires. — 2. Globule et corps pigmentaires dérivés des précédents. — 3. Globule blanc mélanifère dans un cas d'accès pernicieux.

Telle est l'histoire résumée des bacillus.... En somme on peut le dire, de tous les microgermes incriminés, il en est peu qui, en ce moment, se présentent avec autant de garantie. Depuis sa découverte par Klebs et Tommasi Crudeli qui ne date que de 1879, de nombreux observateurs l'ont retrouvé non seulement dans les marais, mais aussi dans le sang, dans la rate; et si quelques expérimentateurs, comme Quinquaud, Bacelli, Giovanni, Orsi et Laveran n'ont pu reproduire les expériences, l'on ne peut oublier qu'elles ont réussi dans les conditions les plus variées, dans les mains de Ferraresi, Cuboni, Renzi, Rümme, Cecci, Celli et Marchiafava.

Il semblait donc qu'appuyé sur de pareilles autorités, la marche du bacillus dans le monde scientifique ne devait être qu'un triomphe, et que sa domination allait s'étendre sans rivale sur tout le groupe du paludisme. Il n'en a rien été. Plus

¹ *Sulle alterazioni dei globuli rossi nella infezione da malaria. Roma cortipi tel salviacai, 1884.*

² Ces figures sont tirées du mémoire de Marchiafava et de Celli. *Sulle alterazioni dei globuli rossi nella infezione da malaria e sulla genesi della melanemia.* Pl. I. 1883-1884). Les dessins 1, 2 et 3 de la figure 3 sont la reproduction des nos 5, 12 et 30 de la figure A de cette planche. Les nos 1 et 3 de la figure 4 correspondent aux nos 34 et 38 et le no 2 est tiré de la figure D de la même planche.

jeune que lui de deux ans, *l'oscillaire malariae* surgissait dans notre colonie algérienne, sous le patronage d'un nom déjà estimé dans le monde scientifique, et quelques mois lui suffisaient pour faire son entrée dans les différentes sociétés savantes.

Trouvée à Constantine le 6 novembre 1880, en effet, dès l'année suivante, l'oscillaire était décrite, dans les formes qu'elle n'a pas abandonnées depuis, devant la première société savante de France : l'Académie des sciences. L'oscillaire, dès lors, n'aspira pas seulement à trouver une place à côté du bacillus, et à partager avec lui l'influence malarienne; elle ne tendit à rien moins qu'à le supplanter. La lutte dure encore, et quoique les dernières recherches semblent faire entrer les deux adversaires sur un terrain de conciliation, je ne crois pas qu'elle cesse avant la disparition de l'un d'eux.

Le parasite de Laveran se présente sous des formes diverses :



Fig. 5.

1° *Corps kystiques n° 1 ou en croissant*¹. — « Ce sont des éléments cylindriques, effilés à leurs extrémités, le plus sou-

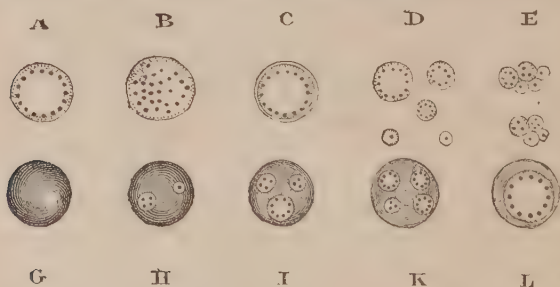


Fig. 6.

vent incurvés en croissant, pigmentés vers la partie moyenne (fig. 5). » (Laveran, fig. 6, page 162.)

¹ Laveran. *Traité des fièvres palustres*, p. 162 et suivantes.

« La longueur de ces corps est de 8 à 9 millièmes de millimètre, leur largeur 3 millièmes de millimètre environ vers la partie moyenne : les extrémités sont tantôt très effilées, tantôt plus arrondies. »

« 2° Corps kystiques n° 2 ou sphériques. — Ce sont les plus fréquemment observés : « Leur forme est sphérique ; mais nous verrons plus loin que cette forme peut se modifier sous l'influence de mouvements comparables aux mouvements amiboïdes. » (Laveran, fig. 7, page 166.)

« Les dimensions varient de 1 à 11 millièmes de millimètre. » « Ils paraissent constitués par une masse hyaline très transparente, renfermant des granulations arrondies de pigment noir ou d'un rouge feu très sombre, identiques à ceux qui se trouvent dans les corps n° 1. »

« Les corps n° 2, les plus petits, ne renferment souvent qu'un ou deux grains de pigment (E, fig. 6) ; dans ceux de ces corps qui ont un plus gros volume, les grains de pigment se disposent souvent d'une façon régulière en forme de couronne (A, C, D, fig. 6), ou bien on constate que les grains pigmentés sont disposés sans ordre (B, fig. 6), et qu'ils sont animés de mouvements très vifs, comparables à ceux des particules solides qui se trouveraient dans un liquide en ébullition. »

« *A priori*, on est tenté de croire que les grains pigmentés sont animés d'un mouvement propre ; nous verrons plus loin, en étudiant les filaments mobiles, qu'il ne s'agit très probablement que d'un mouvement communiqué. Les grains pigmentés sont en général immobiles dans les corps n° 2 de petit volume, tandis que dans les corps n° 2 de moyen et de gros volume, on les voit presque toujours se mettre en mouvement à un moment donné, surtout si la préparation est maintenue à une température suffisamment élevée. »

« Lorsqu'on examine des corps n° 2 de moyenne ou de grande dimension à une température de 30 à 35°C, on constate souvent que ces corps se déforment, tandis que les grains pigmentés s'agitent très vivement à l'intérieur. Ces déformations qui se produisent avec une certaine lenteur, comme celles des amibes, sont faciles à constater quand on a soin de laisser le même élément dans le champ du microscope et de les dessiner toutes les cinq minutes, par exemple. »

« Au bout d'un temps variable, les mouvements des grains

pigmentés s'arrêtent; les corps n° 2 prennent alors leurs formes cadavériques qui seront décrites plus loin. »

« Les corps n° 2 ne possèdent pas de noyau visible à l'état frais, et alors même qu'on les colore par le carmin, on n'arrive pas à déceler l'existence d'un noyau, ce qui ne permet pas de confondre ces corps avec des leucocytes mélanifères, alors même qu'il s'agit d'éléments ayant à peu près le diamètre des leucocytes. »

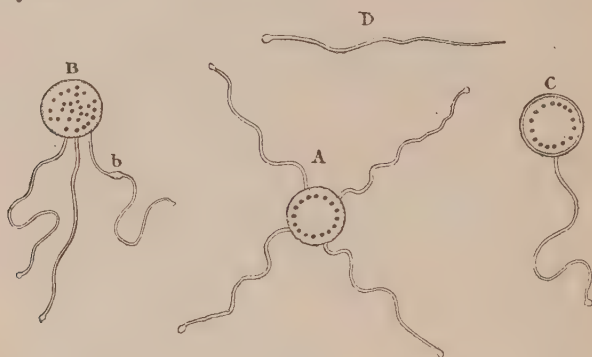


Fig. 7.

« *Filaments mobiles.* — Lorsqu'on examine avec attention une préparation de sang renfermant des corps kystiques sphériques, il arrive souvent que sur les bords de quelques-uns de ces éléments on distingue des filaments mobiles qui s'agitent avec une grande vivacité, et qui impriment aux hématies voisines des mouvements rapides et très variés (fig. 7). Ces filaments mobiles, dont la nature animée n'est pas contestable, paraissent représenter l'état adulte des microbes du paludisme. » (Laveran, fig. 8, page 171.)

« La longueur de ces filaments mobiles varie de 21 à 28 millièmes de millimètre tout au plus. » De leurs deux extrémités, une est renflée et l'autre effilée; c'est la première qui est libre quand le filament est encore adhérent. Il ne serait pas impossible qu'ils fussent canaliculés, un des grains du pigment s'engageant quelquefois dans leur canal.

Leur nombre varie de 2 à 6, et ils peuvent être disposés soit à distances égales les uns des autres, soit inégalement répartis et même groupés uniquement du même côté (fig. 8). (Laveran, fig. 9.)

Quant à la nature même de ces filaments mobiles, après avoir eu l'idée de les considérer comme de simples pseudopodes, Laveran a dû y renoncer. Ils se développeraient dans les corps kystiques n° 2 (fig. 6) et en sortiraient après avoir achevé leur développement, pour jouir pendant un certain temps d'une existence indépendante dans le sérum sanguin.

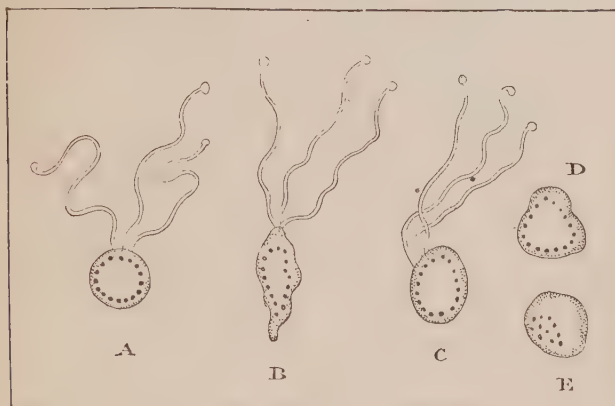


Fig. 8.

« *Corps kystiques n° 3* (fig. 9). — Ce sont des éléments constitués par de petites masses de matière hyaline, renfermant des grains pigmentés dont la disposition est très variable. »

« Leurs dimensions sont à peu près celles des leucocytes ; ils mesurent, en effet, de 8 à 10 millièmes de millimètre de diamètre. » Mais « ils se distinguent très nettement des leucocytes mélanifères par leur réfringence qui est plus grande, et



Fig. 9.

par l'absence de noyau, alors même qu'on fait usage du carmin, qui met si bien en évidence les noyaux des leucocytes. »

« Il est facile de s'assurer que ces éléments ne sont que les formes cadavériques des corps kystiques n° 1 et n° 2. »

« A côté des éléments parasites proprement dits, on trouve

presque toujours dans le sang des malades atteints de fièvres palustres, des grains de pigment libres et des leucocytes ren-

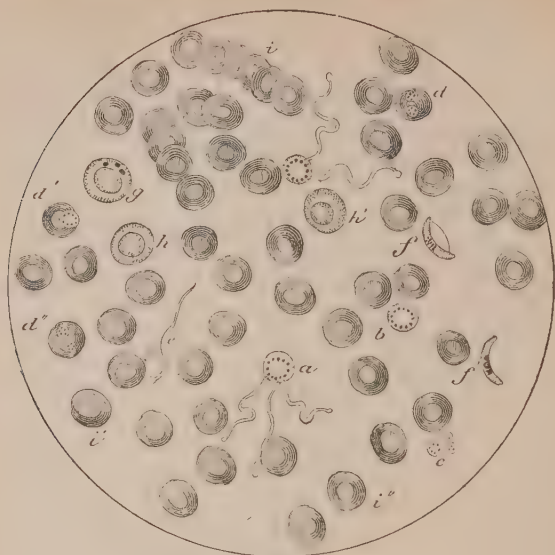


Fig. 10.

fermant des grains pigmentés en nombre variable (fig. 10). » (Laveran, fig. 11, page 178.)

« On comprend facilement que les leucocytes mélanifères soient absolument caractéristiques du paludisme, puisque le pigment qu'ils portent provient des éléments parasites, et que par suite ils ne se rencontrent dans aucune autre affection, ce qui, jusqu'à présent, était resté inexplicable. »

Ainsi, si nous résumons les divers passages que je viens de citer textuellement, et si nous les rapprochons les uns des autres, on peut voir qu'en somme le véritable parasite est le filament mobile devenu libre, les autres différents éléments n'étant que ses kystes de développement. Ces kystes, d'abord petits (1 millième de millimètre) et sans mouvement, grandiraient, atteindraient 10 à 11 millièmes de millimètre, et des granulations pigmentaires apparaîtraient dans leur intérieur. En même temps, ces corps d'abord se déformeraient sur place par de véritables mouvements amiboïdes, puis grâce à ces mêmes mouvements finiraient par se déplacer. Mais ce ne serait

pas là la seule modification intestinale dont ils seraient le siège. Des filaments se formeraient à l'intérieur, et, leur évolution achevée, en sortiraient pour vivre en toute liberté dans le sang. Quant aux kystes passés à l'état cadavérique, pour me servir de l'expression de Laveran, ils abandonneraient leurs granulations pigmentaires qui seraient recueillies par les leucocytes se transformant ainsi en leucocytes mélanifères.

Ces éléments, mais plus particulièrement les formes kystiques, Laveran les aurait vus dans le sang de la plupart des paludéens, et chez eux seulement, et cela, quelque répétées qu'aient été ses recherches. Leur plus grande fréquence aurait lieu au début de l'accès, puis ils diminueraient jusqu'à disparaître complètement, surtout lorsque l'on a donné du sulfate de quinine. Les paroxysmes fébriles eux-mêmes sembleraient suffire parfois à les faire disparaître, « comme si les microbes étaient eux-mêmes les premières victimes des incendies qu'ils allument. »

Peu après sa découverte, l'oscillaire fut revue et décrite de nouveau par Richard¹. La plupart des faits furent confirmés par ce confrère de l'armée, qui observait à Philippeville, tandis que Laveran était à Constantine. Il chercha même à apporter quelques éclaircissements sur les points de leur histoire restés obscurs. Enfin, plus récemment, d'après une communication de Laveran, le Dr Zuber, qu'une mort prématurée a enlevé à la science, aurait retrouvé cette même oscillaire au Tonquin.

Il est bien difficile de mettre en doute les constatations faites par mes collègues de l'armée, et cela d'autant plus qu'elles paraissent faciles. Nous ne sommes plus en présence ici, en effet, comme pour le bacillus de Marchiafava, d'un microbe dont les dimensions n'atteignent pas un millième de millimètre, et qui n'apparaît qu'après l'emploi de procédés spéciaux de coloration. Ce ne sont plus des grossissements considérables obtenus seulement par des instruments d'un maniement difficile qui le décèlent. Les différentes formes du parasite de Laveran ont des dimensions égales, sinon supérieures, à celles des éléments figurés du sang. Leur présence, quand ils existent, ne demande, pour être constatée, aucun procédé spécial. Tous les

¹ Richard. *Revue scientifique* 1883, p. 117.

observateurs, même les moins préparés, semblent donc pouvoir le constater. Et cependant, je dois le dire, si Richard et Zuber ont vu le parasite de Laveran, combien d'autres l'ont cherché sans l'avoir trouvé. Laveran me permettra de me mettre de ce nombre. Je cherche son parasite depuis 1881, et avec un désir d'autant plus vif de le trouver, que toutes mes idées me font admettre la nature parasitaire du paludisme, et je n'ai rien vu qui me convainque. J'ai fait plusieurs centaines d'examen de sang de paludiques, soit à la Guadeloupe, en Cochinchine, au Cambodge, soit en France, et cela sur des malades qui ont succombé aux accès pernicioeux, et je suis encore à trouver le premier filament mobile. Je ne veux pas donner à mes recherches plus d'importance qu'elles n'en méritent. Les faits négatifs ne constituent jamais une preuve. Mais on avouera cependant que, quand ils se répètent un grand nombre de fois, ils doivent tout au moins faire une place au doute.

Je ne nie pas l'existence des filaments mobiles dans le sang des paludéens ; mais j'affirme les avoir cherchés avec constance et conscience et ne pas les avoir trouvés.

Quand aux corps kystiques, j'ai à mettre les jeunes observateurs en garde contre une erreur facile. Il n'y aura qu'à lire la description que j'ai faite de l'évolution des globules blancs dans le sang normal pour voir combien ces deux éléments présentent de points de ressemblance.

Or, les ressemblances deviennent encore plus frappantes s'il s'agit de l'état pathologique. Laveran lui-même en a été frappé. Il y a donc là, je le répète, une cause d'erreur qui mérite d'être signalée. On me permettra de m'y arrêter un instant.

Quelle que soit la fièvre, iléo-typhus, fièvre jaune, fièvre inflammatoire, etc., une des premières modifications que subit le sang est la diminution considérable des globules blancs. (Les corps kystiques disparaissent après l'accès.) Dans la fièvre jaune, il m'est arrivé, au milieu de la période fébrile, de ne pas trouver un seul leucocyte sur 60 carrés hématimétriques 10 000 hématies (environ), et bien souvent je n'en ai trouvé qu'un ou deux !! Dans de plus faibles proportions, il en est de même dans les diverses fièvres paludéennes.

Dès que la fièvre tombe, les leucocytes apparaissent, et en grand nombre ; mais ils sont alors petits et si pâles, qu'il faut une attention soutenue pour les voir se détacher sur le fond

de la préparation ¹ (fig. 11). Ils sont immobiles pendant quelque temps (forme kystique n° 2, fig. 6, E et D); puis ils commencent à se mouvoir. Ils sont alors excessivement diffluent, et s'allongent parfois à ce point que leur longueur dépasse dix fois leur largeur (fig. 12 ².) Dans cette période de leur évolution, ils ne contiennent ni granulations, ni espaces roses. Mais, dans les jours qui suivent, leur protoplasma devient plus ap-

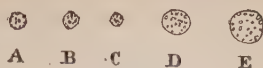
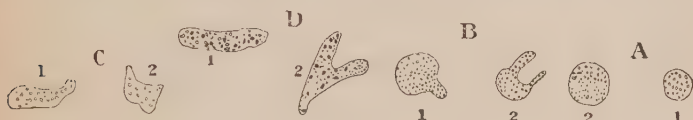


Fig. 11.



Fig. 12.

parent et les granulations commencent à le pénétrer (corps kystique n° 2 fig. 6 A, B, C). Celles-ci augmentent en même temps

Fig. 13 ⁵.

que les mouvements deviennent plus actifs (fig. 13 A, B, C) et

Fig. 14 ⁴.

que les espaces roses apparaissent (fig. 14 E¹, E²). C'est là, je l'ai

¹ (Fig. 11). Les formes A, B, C, D, E représentent les phases successives de ce développement et pourraient être prises pour les formes kystiques n° 2, figurées par Laveran, en D et E, fig. 6.

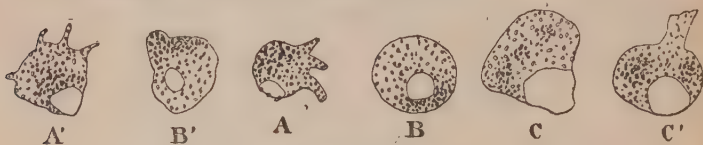
² (Fig. 12). A, B, C, D, E représentent le même leucocyte d'un convalescent de fièvre inflammatoire dessiné cinq fois à quelques minutes d'intervalle.

³ Fig. 13. — A, B, C sont trois leucocytes mobiles et granuleux, dessinés plusieurs fois à quelques minutes d'intervalle. A a été dessiné trois fois : 1, 2, 3; B trois fois : 1, 2 et 3; et C, deux fois seulement : 1 et 2.

⁴ Fig. 14. — Cette figure représente deux leucocytes à espaces roses E¹ et E² dont le premier a été dessiné deux fois : 1 et 2, et le second trois fois : 1, 2 et 3 à quatre ou cinq minutes d'intervalle.

Dans ce temps, ces leucocytes franchissaient un espace plus grand que leur dia-

dit, l'état adulte du leucocyte (corps kystique n° 2 fig. 8, D, E). Puis, peu à peu, les granulations pigmentaires les envahissent presque en entier, et dans cet état, on les voit se mouvoir, se déplacer, dans l'intérieur du leucocyte (fig. 15¹), et se grouper des manières les plus diverses (corps kystique n° 2, fig. 8 D, E). Dans la dernière période de son activité, quand il se déplace, on voit parfois les granulations se mouvoir comme si elles



étaient entraînées par un courant. Parfois aussi, on dirait que ce sont elles qui, en appuyant sur la paroi du leucocyte, sont cause de son déplacement. Puis, tout déplacement cesse. En ce moment, on ne retrouve plus les espaces roses (fig. 16²). Il



Fig. 16.

ne reste que quelques mouvements sur place qui finissent même par cesser bientôt (fig. 17³). Dès lors, le leucocyte reste

mètre. On peut, d'après cette rapidité de mouvement et de modification de forme, juger de l'activité de ces éléments.

¹ Fig. 15. — Ces leucocytes sont plus chargés de granulations pigmentaires que les précédents, et, de plus, les espaces roses figurés sur les éléments de la figure 14, ne sont plus apparents. L'espace blanc, qui est représenté sur tous, ne correspond pas à un espace rose, mais simplement à un espace resté vide entre les granulations et l'enveloppe.

Ces six dessins représentent trois leucocytes reproduits chacun deux fois à quelques minutes d'intervalle : 1° A' et B', 2° A et B, 3° C et C'.

² Fig. 16. — G, F et H représentent chacun un leucocyte n'ayant plus que des mouvements sur place, et dessinés les deux premiers deux fois à quelques minutes d'intervalle, et le dernier, H, seulement une fois.

³ Fig. 17. — A et B représentent des formes que prennent souvent les leucocytes à la dernière période de leur existence. Si nous supposons que le contour de l'enveloppe échappe à l'examen, la disposition des granulations rappellera un peu les corps kystiques, n° 1, de Laveran (fig. 5).

En somme, on peut voir que beaucoup de ces formes de leucocytes rappellent

immobile, et sous l'influence d'une pression de granulations, la paroi cède sur un point, et on les voit se répandre dans le sérum avec un mouvement brownien des plus accentués. Quant au leucocyte lui-même, il reste apparent pendant quelques instants encore, surtout quand quelques rares granulations sont restées dans l'espace limité par ses contours. (Laveran, corps kystiques n° 3, fig. 9, A, B, C).



Fig. 17.

Ainsi, pendant les convalescences, on trouve beaucoup de leucocytes pâles et diffluent et peu de pigmentés; pendant la période fébrile, cet élément est diminué, et ceux qui existent sont surtout pigmentés; enfin, pendant l'état normal, les divers états sont également représentés comme nombre avec cette différence que les globules blancs jeunes, sont plus apparents.

On en conviendra, la ressemblance est si frappante, que tout en admettant qu'un observateur comme Laveran n'ait pu s'y laisser prendre, je crois qu'il était indispensable de la signaler, pour que les observateurs qui viendront ensuite puissent se mettre en garde contre cette cause d'erreurs. Et je crois d'autant plus utile d'insister sur ce point, que cette activité des leucocytes s'observe surtout dans les pays chauds, dont beaucoup, nous le savons, sont paludéens.

Du reste, ces corps kystiques, nous l'avons vu, ne constituent pas l'élément caractéristique; celui-ci est représenté par les filaments mobiles, et quelle que soit la nature de ces corps kystiques, la théorie de Laveran n'en serait nullement ébranlée. Il resterait, en effet, à expliquer le filament mobile; or, je ne vois aucun élément du sang, qui même de loin, puisse le rappeler, et sa présence bien constatée dans le sang des paludéens et dans ce sang seulement, suffirait pour mettre la découverte de Laveran à l'abri de toute contestation et lui laisser tout son mérite et toute son importance¹.

celles des corps kystiques; il est donc important que les observateurs soient prévenus de ces ressemblances s'ils veulent éviter des erreurs regrettables.

¹ Là s'arrête l'historique; mais je me réserve de le compléter par l'exposition de faits plus récents à la fin de ce travail, dans le résumé qui lui servira de conclusions.

DEUXIÈME PARTIE

TECHNIQUE

CHAPITRE III

CETTE PARTIE COMPORTE QUATRE DIVISIONS :

- 1° *Dans la première, je m'occuperai de l'examen des terres, des vases et des poussières;*
- 2° *Dans la deuxième, de l'examen des eaux;*
- 3° *Dans la troisième, de l'examen de l'air;*
- 4° *Enfin, dans la dernière, de l'examen du sang.*

EXAMEN DES TERRES, DES VASES ET DES POUSSIÈRES

Terre salubre. Pour étudier d'une manière complète une terre salubre, il est indispensable de prendre des échantillons à des profondeurs différentes. Seule, l'étude de toutes ses couches, ou tout au moins de celles qui plus superficielles peuvent être atteintes par les instruments aratoires, par exemple, et être mises à découvert, pourra fournir l'explication de certains faits que sans cette étude, on eût cherchée en vain.

A. — Un premier échantillon doit être pris à la surface du sol. Outre les éléments constitutifs de cette couche, c'est lui qui nous montrera le mieux les corps étrangers que les vents, et peut-être les pluies y ont transportés des points les plus divers. Plus facilement qu'on ne pourrait le croire, l'étude de ces corps révélera au micrographe quelle est la direction générale des vents et leur force. Il y a là une étude pleine de surprises et par conséquent d'intérêt.

B. — Un deuxième échantillon doit être pris au milieu de la couche arable, dans un point qui en représente le mieux la constitution moyenne. En ne descendant pas très bas, à une distance de 10 à 15 centimètres, la terre est assez aérée pour

qu'on puisse faire une ample moisson de microgermes. Beaucoup d'animaux, de petites dimensions, mais encore visibles à l'œil nu, établissent, en effet, leur domicile de prédilection à cette profondeur.

C. — La première couche sous-jacente fournira le troisième échantillon. Un point est ici important. Si cette couche est perméable, c'est à une certaine profondeur au-dessus de sa surface qu'il faudra le recueillir. Dans le cas contraire, c'est tout à fait à sa superficie que l'échantillon devra être pris.

D. — Un quatrième peut être pris dans la couche sur laquelle repose cette dernière. On le fera en s'inspirant de la même pensée. L'échantillon sera pris à la surface ou plus bas, selon que cette couche est perméable ou non.

Au point de vue qui nous occupe, il n'est pas nécessaire de descendre plus profondément. En somme, ce dernier échantillon sera recueilli à une profondeur de 50 à 75 centimètres, et je ne crois pas que pour les simples examens directs et immédiats, on trouve un intérêt pratique à pousser les investigations plus loin.

Mais, et j'insiste ici sur ce point d'une manière toute particulière, je pense qu'il en serait autrement si l'on voulait aborder l'étude des micro-organismes en la complétant par celle des cultures, ce qui, du reste, me paraît indispensable désormais.

Or, dans ces conditions, je crois qu'il serait avantageux de descendre plus bas; ces recherches me semblent seules capables de nous faire découvrir la cause du danger des terrassements et des terrains abandonnés que l'absence de culture a rendus fébrigènes.

Tous ces échantillons, dont la quantité peut ne pas dépasser 50 grammes, doivent être, au moment même où ils sont recueillis, placés dans des flacons bouchés à l'émeri, et qui, préalablement, ont été nettoyés et placés ouverts dans une étuve à 150 degrés.

Procédés d'examen. — On peut procéder à ces examens par deux procédés. *Le premier* consiste à mélanger intimement une partie de cette terre à une solution de glycérine au tiers, de manière à obtenir un mélange dont la consistance ne s'éloigne que peu de celle d'un sirop, et à porter ensuite ce mélange goutte par goutte sous le microscope.

La solution de glycérine a l'avantage de ne pas se dessécher, et par conséquent de favoriser un examen assez prolongé si c'est nécessaire.

Pour gagner du temps, je conseille dans ces conditions de n'utiliser que de grossissements faibles, permettant de parcourir rapidement une préparation, sauf à examiner certains éléments avec des grossissements plus forts, si l'on soupçonne leur importance.

Si l'on voulait faire agir des réactifs chimiques ou colorants il serait indispensable de fixer les coins de la lamelle avec la paraffine.

Le *second procédé* est un véritable lavage. Il consiste à prendre une certaine quantité de la terre à analyser, à la laver vivement avec de l'eau distillée stérilisée, et à décantier avec la pipette presque aussitôt. Cette première opération a pour résultat de débarrasser la terre surtout de la substance minérale de gros volume. On peut la répéter une deuxième et une troisième fois pour retirer de l'eau de lavage les éléments de même nature, mais de dimensions de plus en plus petites.

Ces décantations achevées, je recommande d'étudier séparément le fond de la préparation, la surface et le milieu. Chacun de ces examens peut être des plus fructueux.

Dans les couches inférieures, dont on aura facilement quelques gouttes avec une pipette que l'on porte fermée jusqu'au fond, et que l'on ouvre seulement pour prendre la quantité de liquide que l'on veut, on trouvera surtout les organismes de grandes dimensions et par conséquent plus développés. Il n'est pas rare, d'autre part, de voir flotter à la surface de ces liquides de lavage, des débris végétaux ou autres corps légers. Or, l'examen de ces corps est des plus importants.

C'est sur les débris de larves de moustiques flottants à la surface des jarres à eau que j'ai le mieux étudié certains organismes des eaux potables. C'est de plus près de la surface que se trouvent rapidement réunis tous les organismes ayant une prédilection marquée pour l'oxygène. Enfin, dans la couche intermédiaire, on pourra trouver des organismes que l'on eût cherchés en vain dans les deux zones précédentes.

C'est là ce que peut donner l'examen le plus simple. Mais de même que pour l'étude des eaux, ces liquides de lavage peuvent être soumis aux procédés de coloration et de préci-

pitation (*procédé de Certes*); je les donnerai à propos de l'étude des eaux.

Vases. — La récolte des échantillons de vases est soumise à d'autres règles. Ici, ce n'est plus la nature des couches diverses superposées qui intéresse, mais surtout le degré d'humidité.

Pour faire l'étude complète d'un marais, quatre séries d'échantillons sont nécessaires.

(a) La première sera prise à la surface d'un point complètement desséché, et l'on aura soin de ne pas atteindre la couche sous-jacente humide. Il ne faut pas cependant que cette partie soit découverte depuis plus d'une année.

(b) La seconde sera recueillie dans cette zone que j'ai appelée *dangereuse*, et dont la caractéristique est une humidité légère.

(c) La troisième sera composée par de la vase largement humide et découverte.

(d) Enfin, la quatrième sera empruntée à la vase encore couverte par l'eau.

Tous ces examens demandent à être faits à une époque la plus rapprochée possible du moment où l'on prend les échantillons. Je recommande, si l'on vit près du marais, de ne les prendre qu'un à un. On ne saurait mettre vingt-quatre heures d'intervalle entre leurs études : elles ne seraient sûrement plus comparables. De toutes ces vases, ce serait toujours la dernière étudiée qui présenterait les organismes les plus développés.

Si l'on ne peut recueillir les échantillons au fur et à mesure des besoins, il est indispensable de fixer les organismes ; ce que l'on obtiendra en traitant chacune de ces vases comme je l'ai indiqué pour les terres salubres, et en s'aidant des procédés coagulants.

L'examen au microscope se fera en suivant les mêmes indications que précédemment.

Poussières. — Outre la terre salubre et la vase des marais, il peut être avantageux pour la solution du problème qui nous occupe d'examiner certaines poussières accumulées sur des arbres, dans des recoins placés d'une manière constante sous le vent d'un marais, et aussi, comme terme de comparaison, d'examiner les poussières qui, dans les mêmes conditions, s'accumulent sur des points indemnes de tout paludisme.

Le docteur Miquel s'est occupé de cette analyse, et, avec sa précision ordinaire, il a même cherché à évaluer la richesse de ces poussières en éléments divers.

Je donne ici, successivement, son procédé d'examen¹ et de dosage.

Mode d'examen. — « Délayer sur une plaque bien propre une quantité infinitésimale de poussières dans une goutte de liquide parfaitement pur ; recouvrir le tout d'une lamelle très mince et amener la préparation ainsi confectionnée sous le microscope. Cette méthode fort simple, qui pourra peut-être paraître naïve à plusieurs, est cependant susceptible d'acquérir une grande précision entre les mains d'un micrographe soigneux et instruit ; dans beaucoup d'occasions, il est utile de la substituer aux expériences aéroscopiques, dont le seul avantage est de fournir, sous un poids moindre de sédiments, une quantité plus considérable d'organismes, par la raison que les spores, en général fort petites et très légères, restent encore en suspension dans l'air longtemps après la chute des gros fragments d'origine minérale et organique.

*Dosage*². — « Dans un poids connu de glucose sirupeux ou de sirop de sucre filtré, au besoin stérilisé au préalable, on verse un poids également bien déterminé de poussières ; puis on opère le mélange des poussières et du sirop, de façon à obtenir un liquide uniformément trouble, sensiblement chargé, dans un égal volume de sa masse, d'un égal poids de corpuscules. Cette émulsion s'opère rapidement en agitant le liquide contenu dans une capsule de platine avec une boule de verre ou de métal soudée à l'extrémité d'une tige rigide. Cela fait, avec une baguette de verre effilée à son extrémité, on puise une gouttelette de l'émulsion qu'on dépose sur une lame de verre tarée, et dont l'augmentation de poids fait exactement connaître le poids de l'émulsion placée sur la lame de verre porte-objet, il ne reste plus qu'à compléter la préparation par les manipulations d'usage et à compter par la méthode déjà indiquée dans ce chapitre le chiffre des cellules nettement discernables au microscope. D'habitude, il est indispensable de faire ainsi trois ou quatre préparations semblables, et de les soumettre à autant de dénombrements de germes qui se con-

¹ *Organismes de l'atmosphère.* Dr Miquel. Paris, 1883, page 73.

² *Organismes de l'atmosphère.* Dr Miquel. Paris, 1883, page 75.

trôlent entre eux. Pour ma part, j'examine toujours trois préparations, sur lesquelles je répartis 1200 lectures de spores vues par champ de microscope.

« Pendant ce temps, un aide note soigneusement sur des feuilles spéciales le chiffre des pollens trouvés, des grains d'amidon aperçus et des spores de cryptogames mélangées aux poussières; le petit nombre de semences vues par champ rend dans ce cas la numération des germes fort aisée; en quatre heures d'observations, on peut posséder tous les éléments nécessaire au calcul projeté. La formule

$$\frac{P + p}{n} \left(\frac{M'}{n'} + \frac{M''}{n''} + \dots + \frac{M^n}{n^n} \right) = N,$$

dans laquelle P désigne le poids total de l'émulsion; p le poids initial des poussières, $n', n'' \dots n^n$ le poids de l'émulsion introduite dans chaque préparation, N le chiffre de ces dernières et $M', M'' \dots M^n$ le nombre de fructifications vues par champ, donne avec une grande approximation le chiffre total des spores contenues dans le poids p de sédiments ou dans un gramme de ces mêmes sédiments, si l'on opère la réduction à l'unité. Tout cela est fort simple et ne demande pas de plus amples explications. »

Tel est le procédé de Miquel. Il a déjà pour lui le mérite de l'expérience; et, de plus, il est présenté par un des savants qui se sont le plus occupés de la recherche des micro-organismes. Je me demande cependant s'il n'y aurait pas quelque avantage à le remplacer par un instrument dans le genre de l'hématimètre d'Hayem et Nachet, fût-ce cet instrument lui-même.

Supposons que l'on mélange 1 gramme de poussière à 1 centimètre cube de glucose sirupeux, on saurait que chaque carré de l'instrument équivaut à $\frac{1}{125}$ de millimètre cube, soit à

$\frac{1}{125000}$ du centimètre cube, soit aussi à $\frac{1}{125000}$ du gramme de poussière examinée. Chaque préparation donnant facilement 100 carrés, 10 préparations en fournissent 1000, et en totalisant les éléments constatés dans ces 1000 carrés, on aurait

examiné $\frac{1}{125}$ de la solution totale. Il suffirait de multiplier le nombre de chaque élément trouvé par 125 pour savoir combien il y en a dans un gramme de poussière.

CHAPITRE IV

EXAMEN DES EAUX

Les eaux potables proviennent des cours d'eau à ciel ouvert (*fleuves, rivières, torrents*) ; de sources captées à leur origine de la filtration lente (*puits*) ; des nappes d'eau souterraines (*puits artésiens*), ou bien encore de l'eau de pluie réunie dans des mares, ou conservée avec plus de soin dans des citernes ou des vases de natures diverses. L'énumération sera complète si à ces eaux nous ajoutons celles que donnent les machines distillatoires.

Pour toutes les eaux courantes, il est important de distinguer les échantillons pris dans la partie rapide du courant et ceux pris sur les bords, dans les parties où l'eau a une certaine tendance à séjourner. Ce sont là deux sortes d'échantillons indispensables. Mais, de plus, il est nécessaire de fournir les indications suivantes :

1° Le niveau de l'eau augmentait-il ou diminuait-il au moment où l'échantillon a été pris. La nature des micro-organismes est, en effet, bien différente dans ces deux conditions ;

2° Les températures les plus basses et les plus élevées pendant les quelques jours qui ont précédé ;

3° Pour se mettre dans les conditions de la vie ordinaire, il faut toujours faire un examen 5 à 6 heures après avoir recueilli l'eau ; c'est, en effet, rarement tout de suite après avoir été puisée que l'eau de table est absorbée.

Si l'on veut se livrer à des cultures, il est indispensable de n'employer que des flacons stérilisés à des températures de 200° environ. Dans le cas contraire, on peut se contenter de flacons bouchés à l'émeri, neufs ou soigneusement lavés, et surtout

rincés plusieurs fois avec l'eau que l'on veut mettre en expérience.

La même précaution doit être prise pour l'eau de source, dont il faut prendre les échantillons dans le réservoir collecteur. C'est également dans les collecteurs qu'ils doivent être puisés quand les villes se servant des eaux de fleuve ou de rivière en sont pourvues.

Les eaux de puits doivent être puisées à trois profondeurs différentes : à la surface et près de leur bord, au fond et au milieu de la nappe d'eau. Il en est de même des citernes et des jarres. Quant à l'eau des mares, il faut étudier séparément celle qui baigne les bords et celle qui est au milieu et à une certaine profondeur.

Eaux des marais. — Elles se présentent sous des aspects assez divers et prêtent à quelques considérations importantes.

Pour les marais d'eau douce, je conseille d'étudier comparativement l'eau des flaques stagnantes isolées de toute communication avec l'eau courante, et cette dernière prise dans la partie la plus rapide ; mais, de plus, il me paraît important de puiser l'eau là où son épaisseur n'a que quelques millimètres.

Pour les marais marins, il est important de distinguer l'eau qui est dans les parties toujours occupées par la mer de celle qui souvent, sinon à chaque marée, en est séparée.

Enfin, pour les marais mixtes, il est important de comparer la faune et la flore microscopiques de la partie qui est plus particulièrement occupée par l'eau douce, avec celles de la partie que baigne l'eau de mer, et enfin celles de ces deux points avec celles qui vivent à la rencontre des eaux, autant qu'on peut la déterminer.

Chacun de ces échantillons doit être pris sur les bords et sur des points où le repos paraît le plus complet.

De même que pour les eaux potables, les précautions au point de vue des récipients doivent varier selon que l'on veut se livrer à des cultures ou seulement à de simples examens immédiats.

Pour les eaux en général, je dois rappeler ce que j'ai déjà dit des vases, c'est qu'il est important d'en faire l'étude le plus promptement possible. Cependant, je tiens dès maintenant à

présenter quelques observations relatives aussi bien à l'analyse des eaux qu'à celle de l'air.

Quelque amoureux que l'on soit de la rigueur scientifique, je crois que l'on peut faire certaines concessions à la pratique, concessions qui, du reste, sont imposées par les difficultés mêmes au milieu desquelles on opère.

Dans ce genre de recherches, la rigueur exigée doit dépendre du but spécial que l'on poursuit. S'agit-il, comme le fait le D^r Miquel, d'analyser quantitativement les micro-germes de l'atmosphère, de comparer les résultats de recherches ne différant que de fort peu ; il est alors indispensable de se mettre à l'enquête des causes d'erreurs et de les éliminer une à une. On n'y mettra jamais trop de rigueur. Mais s'agit-il, au contraire, comme dans mes expériences, de constater qualitativement les principaux micro-organismes vivants dans les eaux potables et dans les marais, et de les comparer entre eux, je ne crois pas que la même rigueur soit nécessaire. On ne pourra jamais, certes, pécher par excès ; mais je crois que tout en conservant leur valeur aux recherches, on pourra accepter une certaine tolérance.

Quel inconvénient grave peut-il bien y avoir à ce que dans les quelques heures qui ont séparé la prise d'eau et l'examen, quelques organismes aient avancé leur évolution, que d'autres aient pris des formes plus saisissables ? Les mêmes phénomènes ne se seraient-ils pas passés dans l'eau abandonnée à elle-même ? Le spectacle auquel nous assistons n'est-il pas l'image en petit de ce qui se passe dans la nature ? Quel grave inconvénient même pourrait-on trouver pour ce genre de recherches, si au moment de fermer un flacon d'eau de marais, un micro-germe de son atmosphère venait s'y ajouter ? Mais, c'est le marais que nous étudions ; et si ce micro-germe vit dans son atmosphère, n'est-il pas infiniment probable qu'il vit aussi dans ses eaux ? Si même nous arrivons à admettre que ce micro-germe, qui est venu juste à point pour pénétrer dans un goulot qui n'a que quelques centimètres carrés de surface, et qui n'a été débouché que pendant quelques secondes (or, les micro-germes ne sont pas assez fréquents pour qu'on ne considère pas cette coïncidence comme tout à fait rare) est absolument étranger à cette atmosphère, peut-on admettre que sa présence seule va modifier tout le reste de la faune et de la

flore? N'est-il pas plus probable que ce micro-germe isolé d'abord échappera à notre examen, et qu'ensuite c'est lui-même qui, sorti des conditions ordinaires de son existence, disparaîtra dans le combat pour la vie qu'il aura à soutenir?

Enfin, en admettant même que toutes ces improbabilités se réalisent, qu'un micro-germe égaré dans une atmosphère qui n'est pas la sienne, arrive à point pour pénétrer dans un goulot étroit, ouvert pendant quelques secondes seulement, en admettant qu'il se développe à ce point, qu'il entrave le développement de tous les autres; en admettant, dis-je, toutes ces improbabilités, quel est l'observateur qui s'en tient à une seule expérience? Et s'il la répète, n'est-ce pas dépasser les limites du probable que de supposer que les mêmes séries de coïncidence viendront, même pour une fois encore, altérer ses résultats?

Je pense donc qu'il est important de n'employer que des flacons sûrement privés de germes par les hautes températures ou les lavages antiseptiques; que toutes les fois que l'on emploie de l'eau, il faut qu'elle soit distillée, fraîchement filtrée et stérilisée à 150°. Mais ces conditions étant remplies, je crois qu'il faut peu craindre les micro-germes de l'air et qu'à la condition de ne pas leur laisser un accès largement ouvert, on a toujours quelques heures pour étudier les échantillons d'eau que l'on recueille; qu'enfin, si des germes étrangers apparaissent dans les préparations, ils n'y joueront jamais qu'un rôle secondaire, qu'un second examen mettra à néant.

Les procédés d'examen, sans intervention des cultures, sont au nombre de trois :

1° *L'examen simple immédiat* ;

2° *Celui de Koch (évaporation et coloration)* ;

3° *Celui de Certes (précipitation par acide osmique)*.

Examen simple. — Le premier est à peu peu près le seul que j'aie employé. Assez souvent, il est vrai, je me suis servi des réactifs colorants, mais seulement comme complément d'expérience et non comme méthode générale.

Ce procédé consiste à prendre, avec une baguette pour la surface, avec une pipette flambée pour les parties profondes, une goutte de liquide, à la déposer sur une lame de verre, la recouvrir d'une lamelle, et à procéder immédiatement à l'encellulement à froid.

Un examen avec un grossissement de 50 à 100 fait parcourir rapidement toute la préparation ; puis après avoir pris connaissance de son ensemble, et avoir aussi pris des points de repère, on passe à un grossissement de 4 à 500, sauf à augmenter pour certains éléments qui nous paraissent mériter plus particulièrement notre attention.

« *Procédé de Koch* ¹. — *Examen après évaporation et coloration.* — Koch fait évaporer une goutte d'eau sur une plaque à recouvrir, colore le résidu à l'aide d'une solution de bleu de méthylène, fait sécher, lave à l'alcool, fait tremper dans le baume de Canada, puis examine au grossissement de 500. »

Modification de Cahen. — « Nous avons apporté, dit Cahen dans sa thèse, quelques modifications à cette manière de faire, en opérant de la façon suivante ² : Dans une capsule de porcelaine flambée, on fait évaporer au bain-marie 10 à 15 cent. cubes d'eau, jusqu'à ce qu'elle soit réduite à la moitié environ de son volume ; au moyen d'une baguette de verre, on transporte sur une grande lamelle flambée et refroidie cette eau ainsi concentrée, de façon à recouvrir une surface à peu près égale à celle d'une lamelle couvre-objet, puis on place la préparation sous une cloche de verre où on la laisse pendant vingt-quatre heures ; au bout de ce temps, l'eau étant complètement évaporée, on traite le résidu par l'alcool concentré, qu'on laisse aussi évaporer (pendant un quart d'heure), on couvre la préparation d'une matière colorante, violet de gentiane, safranine, bleu de méthyle, etc. (nous avons employé la safranine), et l'on abandonne encore pendant vingt-quatre heures sous une cloche de verre ; enfin, on lave à l'alcool à 90°, on dessèche et on monte dans le baume de Canada. Ces préparations examinées au microscope, à un grossissement de 700, donnent les résultats que nous avons représentés dans nos planches.

« Ce qui, en premier lieu, différencie notre procédé de celui de Koch, c'est l'emploi de lamelles porte-objet au lieu de lamelles couvre-objet ; cette préférence, qui peut sembler puérile, n'en est pas moins justifiée par cette raison que les petites lamelles, étant excessivement fragiles, sont, par le fait, très

¹ *Revue d'hygiène*, 1883. Villaret, *l'Hygiène à Berlin*.

² Page 10, de Cahen, *thèse citée*.

difficiles à manier, et l'on est souvent obligé de recommencer trois ou quatre fois de suite une préparation, parce qu'on a brisé la plaque sur laquelle on la faisait; on ne peut, il est vrai, mettre ces grandes lamelles dans les bains décolorants, mais on remédie facilement à cet inconvénient en mettant l'alcool sur la préparation, soit avec une pipette, soit à l'aide d'un pinceau imbibé d'alcool que l'on comprime sur un des bords de la lamelle inclinée pour laisser écouler l'excès du liquide. Une deuxième modification consiste en ce que nous laissons les préparations se dessécher lentement, au lieu de les faire évaporer par la chaleur, ce qui peut brûler et détruire tous les micro-organismes. »

Procédé de Certes. — « Dès 1880¹, j'ai fait connaître les avantages que l'analyse micrographique des eaux pouvait retirer de l'emploi de l'acide osmique et des autres réactifs durcissants du protoplasma.

« Que les eaux soient douces ou salines, je fais usage d'une solution d'acide osmique à 1 pour 100. D'après mes expériences, moins de 1 centimètre cube de cette solution suffit pour 30 à 40 centimètres cubes d'eau. A cette dose, tous les organismes microscopiques animaux et végétaux sont rapidement tués et fixés dans leur forme. Au bout de quelques minutes, et afin d'atténuer l'action de l'acide osmique, qui, à la longue, noircit trop les tissus, on ajoute autant d'eau distillée que le permet la dimension de l'éprouvette dont on fait usage.

« Dans certaines eaux très riches en organismes, l'examen microscopique du dépôt peut avoir lieu au bout de quelques heures. Pour les eaux très pures, il faut attendre vingt-quatre ou même quarante-huit heures. Dans tous les cas, ce n'est qu'après un délai assez long que le liquide doit être décanté avec précaution, de manière à ne conserver que le dépôt dans 1 ou 2 centimètres cubes de liquide. A ce moment, l'opération est terminée.

« D'après toutes mes expériences, l'acide osmique est le plus fidèle, mais il est coûteux, d'un maniement délicat, et on se le procure difficilement en dehors des grandes maisons de produits chimiques. Ainsi que je l'indiquais déjà en 1880, s'il est certainement le meilleur, il n'est cependant pas le seul.

¹ *Comptes rendus.* Séance du 14 juin 1880. Congrès pour l'avancement des sciences de La Rochelle.

« Les réactifs dont il me reste à parler peuvent se ranger en trois grandes catégories : ceux comme l'acide osmique, qui durcissent le protoplasma ; les acides faibles et certains antiseptiques qui tuent simplement les organismes sans les déformer sensiblement ; enfin, les réactifs colorants du protoplasma vivant, comme la cyanine¹, qui altèrent assez la vitalité des organismes pour en provoquer rapidement le dépôt, à l'état vivant, au fond des récipients.

« *Précautions préliminaires à l'emploi des réactifs.* — Lorsque l'on doit faire usage des réactifs, il y a plus d'inconvénients que d'avantages à analyser une eau trop chargée de matières organiques. Les inconvénients d'une couche trop dense de sédiments sont doubles : d'une part, l'action des réactifs est mal réglée, trop forte si l'on augmente la dose, pour les organismes en suspension ; trop faible pour ceux du fond, par suite de l'excès de matière organique à fixer, si on ne la modifie pas, d'autre part lorsque la couche de sédiments est trop épaisse, les organismes délicats, même fixés, qui se déposent en dernier lieu, sont exposés à des frottements qui les altèrent ou même les écrasent complètement.

« Les réactifs ne doivent donc être employés qu'après avoir laissé déposer les eaux pendant un temps plus ou moins long, suivant les circonstances.

« Les sédiments déposés peuvent être desséchés et conservés, comme il a été dit ci-dessus.

« *Manière de préparer la solution d'acide osmique à 1 pour 100.* — *Précautions à prendre.*

« L'acide osmique est toxique. Ses vapeurs amènent facilement une irritation de la conjonctive. Il faut donc le manier avec précaution.

« Il se vend par dose de 1 gramme ou de 50 centigrammes à l'état solide, dans de petits tubes de verre fermés à la lampe. Sous cet état il est très facile à emporter en voyage.

« Pour préparer la solution, on met la quantité voulue d'eau distillée et filtrée dans un flacon bien propre. Après avoir lavé

¹ Notes sur un procédé de coloration des organismes microscopiques vivants, par A. Certes. (Comptes rendus. Séance du 21 février 1881. *Zool. Anzeiger*. 1881, p. 208. *Bull. de la société zool. de France*, 1881, pages 21-226). Consulter également une note présentée en 1881 par M. L. F. Henneguy, à la Société philomathique de Paris, et intitulée : coloration du protoplasma vivant sur le brun Bismarck. Le Dr Brandt, de Berlin, a signalé, de son côté, les propriétés du brun Bismarck.

le petit tube à l'alcool, pour éviter toute trace de graisse, on l'introduit dans le goulot, et on le brise à l'aide d'une forte pince, en ayant soin d'envelopper le col de la bouteille avec un linge ou mieux un petit capuchon en papier, qui arrête les fragments de verre ou d'acide qui pourraient être projetés au dehors.

« La solution se fait à froid en quelque heures. Comme elle est très facilement altérable au contact des poussières atmosphériques, le mieux est d'avoir un flacon de provision hermétiquement bouché avec de la cire ou un bouchon en caoutchouc, et de ne garder sous la main que la quantité dont on aura l'emploi à bref délai.

« *Procédé d'analyse.* — Le procédé qui va être décrit en ce qui touche l'acide osmique s'applique à tous les autres réactifs ; il n'y a de différences que dans les proportions.

« Un centimètre cube de la solution à 1 pour 100 renferme, avec un compte-gouttes ordinaire, 17 à 18 gouttes.

« Dans une éprouvette ou dans un tube long et étroit, préalablement lavé comme il a été dit ci-dessus, on introduit 10 à 12 gouttes de la solution. L'eau à analyser — après quelques minutes de repos — est ensuite versée lentement, par fraction, et en agitant à chaque fois pour assurer le mélange. De cette façon, les organismes en suspension se trouvent successivement en contact avec une solution à $1/2$, à $1/3$, à $1/4$, à $1/5$ pour 100, sans que cependant la proportion du réactif, qui a pu être trop forte au début, pour certains organismes, devienne trop faible à la fin pour les autres.

« Cette proportion d'un peu moins d'un centimètre cube ne peut cependant pas être donnée comme une règle absolue. On ne saurait, en effet, déterminer à l'avance et à l'œil la proportion de matières organiques que renferme une eau à analyser. Si, ultérieurement, à l'examen microscopique, on trouve des infusoires absolument opaques et noircis, c'est que la proportion était trop forte ; si les petits copépodes, communs dans les eaux douces, continuent à nager dans le liquide, c'est qu'elle est trop faible¹.

« De toute façon, au bout de quelques minutes, on ajoute

¹ Je ne prends pas comme critérium la vitalité des anguillules dont certaines espèces résistent plusieurs jours à l'action des acides.

encore de l'eau distillée pour atténuer l'action de l'acide osmique, et on laisse déposer.

« Il y a quelquefois intérêt à décanter en plusieurs fois et au bout de quelques minutes, pour séparer les organismes les plus gros des organismes plus délicats ; mais on ne décante définitivement qu'au bout de 24 heures, ou tout au moins de plusieurs heures.

« Les derniers comme les premiers sédiments déposés sont recueillis séparément dans 2 à 3 centimètres cubes de liquide et, suivant le cas, conservés simplement dans l'eau distillée additionnée de quelques gouttes d'eau phéniquée à 1 pour 100, ou, ce qui est de beaucoup préférable, dans un des liquides conservateurs dont la formule sera ultérieurement donnée. »

Modification de Cahen. — « Dans notre procédé, dit Cahen, qui diffère un peu de celui de M. Certes, on prend simplement une goutte d'eau que l'on transporte sur une lamelle flambée, on y ajoute une goutte d'acide osmique, on mélange vivement les deux liquides, et on scelle à la cire la préparation que l'on examine au bout de 24 heures. Les résultats obtenus sont figurés dans nos planches. Ce procédé a l'avantage d'exiger moins d'eau d'épreuve que celui de M. Certes, en même temps qu'il est plus simple, plus rapide et plus facile à exécuter. »

Le D^r Cahen, dans une thèse du plus haut mérite et toute récente, discute ces divers procédés ainsi que les procédés de culture avec la gélatine et les bouillons, et après les avoir tous passés en revue, il donne franchement la préférence à l'examen simple immédiat. Ce jugement, qui est le résumé de sa thèse, me paraît mériter d'être reproduit.

« Reste donc le procédé d'examen immédiat, que nous n'hésitons pas à déclarer le meilleur jusqu'à présent. Il est, en effet, essentiellement pratique, et ne demande que la possession d'un simple microscope ; l'opération peut s'exécuter partout et en tout temps, car il n'exige aucun préparatif, et il fournit une solution instantanée ; il n'apporte aucun élément de complication dans le problème, pas plus qu'il ne risque de donner à l'eau des caractères artificiels ; les microbes n'étant point multipliés et étant habituellement très épais, la numération est, en général, facile ; enfin, les mouvements dont ces êtres sont animés permettent de les distinguer des particules inertes qui ont avec eux une certaine analogie de forme ou d'aspect.

L'absence de coloration fait bien que les microbes très fins et très transparents peuvent passer inaperçus ; mais outre que la cause d'erreur est la même pour toutes les eaux, et n'empêche pas la comparaison, on acquiert vite par l'exercice une habileté telle que l'on finit, au bout de peu de temps, par ne plus rien négliger ; il est pourtant indispensable d'examiner successivement plusieurs gouttes de la même eau, et de se créer une impression moyenne. »

L'avouerais-je, le jugement de mon jeune collègue de l'armée me paraît un peu sévère. Comme lui, j'ai donné la préférence à l'examen immédiat, et je continue à croire qu'il restera toujours le procédé *critérium* ; que même après avoir constaté tel ou tel élément par les autres, on s'attachera à le retrouver par l'examen simple, à moins que des expériences répétées aient bien établi que pour un organisme donné il est insuffisant. Mais, cependant, on ne peut enlever au procédé de Koch l'avantage qu'il a de fixer un élément dans sa forme et de permettre de le conserver, et à celui de Certes, de rendre les recherches surtout plus rapides ; et mon jeune collègue de l'armée qui, comme moi, a dû passer de nombreuses heures en recherches vaines, ne saurait dédaigner cet avantage.

Quant aux procédés de culture, il est possible que les substances employées ne conviennent pas également à tous les micro-organismes, qu'ils soient longs, minutieux, qu'ils demandent un outillage, je dirais même une installation complète. Mais il n'est pas moins vrai que ce n'est que par cette méthode que nous pourrons désormais faire faire de sérieux progrès à la microbiologie.

CHAPITRE V

EXAMEN DE L'AIR

Les divers procédés employés par les observateurs qui, successivement, se sont occupés de l'analyse microscopique de l'air, peuvent être répartis en trois groupes constituant chacun une méthode différente :

La première méthode est celle des plaques gluantes ;

La seconde, celle de la condensation de la vapeur d'eau par le froid ;

La troisième, enfin, celle du déplacement.

PREMIÈRE MÉTHODE. — Employée successivement par Pouchet, Salisbury, Maddox, Cunningham, Corre et par moi-même, cette méthode présente plusieurs procédés. Les lames sont toujours en verre ou en glace ; mais d'abord, leurs formes et leurs dimensions peuvent varier, et ensuite elles peuvent emprunter leur propriété d'adhérence à des substances différentes. Les deux plus employées sont la gomme et la glycérine.

Pour les préparer, il suffit d'étendre sur une de leurs faces une légère couche de solution gommeuse ou de glycérine pure.

Les lames ainsi préparées peuvent être disposées à différentes hauteurs au-dessus du sol. On sait que la récolte sera d'autant plus abondante qu'on s'élèvera moins. Un point important est le sens dans lequel on doit placer la lame. Opère-t-on avant la rosée du soir, il faut que le côté adhésif regarde le sol ; opère-t-on, au contraire, dans la nuit et pour profiter de la rosée du matin, il faut que ce côté soit en haut. Si enfin on voulait profiter du vent, il faudrait disposer les plaques verticalement, et lui opposer le côté adhésif.

Ces lames, recueillies quelques heures après, sont couvertes d'une ou de plusieurs lamelles et examinées au microscope ; il est important de le faire sans perdre de temps.

Cette méthode, quoique très simple, donne parfois d'excellents résultats. C'est à elle que Pouchet avait le plus souvent recours. Mais il ne se contentait pas des déplacements naturels de l'atmosphère ; un appareil à déplacement aspirait l'air sur des disques de verre rendus adhésifs. Il pouvait ainsi recueillir sur un espace très limité les corps flottants contenus dans une grande quantité d'air, et de plus, fait des plus importants, savoir quelle était cette quantité. Sous ce rapport même, l'instrument de Pouchet appartient à la méthode de déplacement, et c'est là que sa description trouvera mieux sa place.

Il n'en est pas de même des aérosopes de Maddox et de Cunningham. Si, en effet, ces deux instruments ont chacun un collecteur et une girouette d'orientation, ils n'ont pas d'appareils permettant d'évaluer la quantité d'air employé, différé-

rence qui les distingue de tous les instruments relevant de la méthode de déplacement.

Le premier de ces appareils, qui a reçu de son inventeur, le D^r Maddox, le nom d'*aéroconisque*, a été décrit de la manière suivante par le D^r Miquel.

« Il se compose essentiellement, dit le D^r Miquel, d'un long tube cylindrique *d, a*, pourvu à l'une de ses extrémités d'un cône évasé, et à l'autre d'un second cône renflé en hémisphère en continuité avec le tube, et terminé par une ouverture très fine destinée à ramasser les poussières sur une lamelle glycerinée, maintenue appliquée par deux petits ressorts sur un diaphragme (voir en F le détail de ce diaphragme).

Le tube *d, a*, porte latéralement trois autres entonnoirs plus petits, 1, 2, 3, placés dans trois directions différentes, de

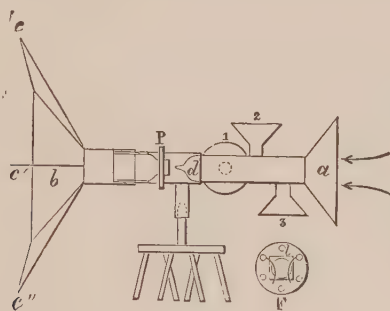


Fig. 18.

façon à recevoir les poussières venues d'en haut, d'en bas et de côté. A son extrémité opposée au vent, l'aéroconisque du D^r Maddox se termine par un cinquième cône muni d'ailettes *c, c', c''* placées perpendiculairement en croix dans le sens des génératrices de ce cône, pourvu d'un prolongement cylindrique s'adaptant à frottement à la partie de l'appareil déjà décrite. L'instrument équilibré sur un pivot fixé verticalement à un trépied de géomètre, il est facile de comprendre que, sous l'influence du vent, l'instrument peut s'orienter de façon à présenter la base du cône *a* aux courants atmosphériques qui le traversent, aidés surtout par l'aspiration dont l'entonnoir opposé *b* devient le siège¹. »

¹ C'est avec cet appareil que Maddox a fait à Londres ses magnifiques recherches

Cet instrument simplifié est devenu celui de Cunningham.

« Un cône antérieur se termine par une pointe forée au voisinage d'un diaphragme percé d'ouvertures sur son pourtour, et au centre duquel est une équerre à gorge maintenant une lamelle de verre glycerinée. A l'extrémité du tube opposé au vent, on voit une girouette en forme de cœur de carte à jouer, chargée de diriger le système¹. »

DEUXIÈME MÉTHODE. — Les procédés de condensation ont peu varié. Employés surtout par Lemaire, ils l'ont été depuis par Corre, et je n'ai eu qu'à me louer de leurs résultats.

On sait que le degré de saturation de l'atmosphère par la vapeur d'eau est d'autant plus éloigné que la température est plus élevée. Or, sur les marais, l'eau ne faisant jamais défaut pour l'évaporation, l'atmosphère qui les recouvre surtout dans les temps calmes, est dans un état presque toujours voisin de sa saturation pour la température du moment. Si donc, par un procédé quelconque, on abaisse la température d'une portion de cette atmosphère, le degré de saturation étant dépassé, on verra se condenser une certaine quantité de vapeur.

C'est sur cette donnée qu'est basé le procédé de Lemaire. Il se servit d'un ballon contenant de la glace et au-dessous duquel était placé un vase destiné à recueillir les gouttelettes qui venaient se déposer à la surface du ballon.

Corre se servit, pour analyser l'eau de Saint-Louis (Sénégal), d'un entonnoir en verre fermé à son extrémité, et rempli de glace.

Enfin, à défaut de glace, dans les pays chauds, et à la condition d'opérer dans la seconde partie de la nuit, notre collègue recommande, d'après Marié-Davy, le procédé suivant :

« Une série de tubes d'essai, garnis chacun de quelques grammes de sulfate de soude, sont placés dans une petite boîte portative. Au moment de la prise d'échantillon dans le lieu choisi, on essuie de nouveau l'extérieur du tube dans lequel on verse de l'acide chlorhydrique étendu; on ferme, on

sur les spores et les pollens de l'atmosphère, et les premières études statistiques qui aient été entreprises. — Monty. *Microscopical journal*, T. A, page 46.

¹ Les recherches de Cunningham faites à Calcutta ont été considérables. Elles constituent peut-être même le travail le plus complet sur ce sujet, soit par le nombre des expériences, soit par le soin avec lequel elles ont été dirigées.

(Douglas Cunningham. *Microscopic examinations of air*. Calcutta, 1875.)

agite un peu, et l'on attend le dépôt de rosée. Au lieu de sulfate de soude, on peut employer le sel particulier préparé pour les glaciers artificielles. Dès qu'une goutte de rosée apparaît au bout du tube, on la dépose sur une lamelle de verre qu'on renverse sur une petite auge en verre, où on l'aspire dans un tube étroit, étiré en pointe à ses deux extrémités, que l'on ferme après l'introduction du liquide. On peut faire ainsi plusieurs prises successives. » (Marié-Davy.)

Quant à moi, n'ayant pas de ballon à ma disposition, je me contentais comme Corre d'un vaste entonnoir qui recevait des fragments de glace, et au-dessous duquel était placé un verre à expériences. Trois supports en bois que je coupais sur place me servaient à faire un trépied qui supportait l'entonnoir, retenu lui-même par un anneau en fil de fer. C'est avec cet appareil aussi simple que j'ai fait toutes mes expériences.

Il est important de choisir un point bien découvert. La quantité de vapeur d'eau condensée, toutes conditions égales d'ailleurs, est d'autant plus considérable que l'atmosphère est plus calme. C'est dans ces conditions pendant lesquelles les plaques adhésives ne donnent presque pas de résultat que le procédé de la condensation en donne le plus. Ces deux procédés sont donc appelés à se suppléer l'un l'autre.

Il n'est pas rare de recueillir 50 grammes d'eau de condensation en quelques heures.

Ce liquide doit être examiné le plus tôt possible. Dans les quelques jours qui suivent, les éléments qu'il contient se modifient. Comme l'avait déjà constaté Lemaire, les micro-organismes qui existaient pendant les premières heures et pendant les premiers jours disparaissent pour faire place à d'autres formes qui fourmillent à certains moments, pendant que les examens antérieurs n'avaient fait remarquer aucune d'elles.

Plusieurs faits importants ressortent de l'examen que j'ai fait souvent de cette succession de micro-organismes: le premier, c'est que l'ordre de succession de ces éléments figurés pour l'eau de condensation des marais est toujours le même; le second, c'est que ce sont les formes les plus simples qui apparaissent les premières, et qu'au fur et à mesure que l'examen se prolonge, les formes les plus compliquées apparaissent; enfin, une troisième est que l'on constate ces deux mêmes

faits, si, au lieu de prendre de l'eau de condensation, on prend de l'eau de marais, quelque dépourvue de micro-organismes qu'on la trouve tout d'abord à l'examen microscopique. La seule différence que l'on observe dans ce cas, c'est que la succession des différentes formes se fait dans un temps moins long.

LA MÉTHODE DE DÉPLACEMENT se présente avec un caractère plus scientifique. Elle consiste, quel que soit le procédé auquel on donne la préférence, à recueillir les éléments figurés contenus dans une quantité d'air connue. On peut donc ainsi doser, pour ainsi dire, la pureté des atmosphères sur lesquelles portent nos expériences. L'appareil qui donne à la méthode sa précision et la caractérise proprement, est un *appareil à déplacement*. Ces appareils, on le sait, sont des plus variés ; mais, si l'on peut trouver certains avantages pratiques à employer l'un plutôt que les autres, le principe est toujours le même.

C'est cette méthode qui a été adoptée par le Dr Miquel à l'observatoire de Montsouris, et qui, perfectionnée dans tous ses détails, lui a permis de conduire à bien ses remarquables travaux sur les *organismes vivants de l'atmosphère*.

Cette méthode comprend au moins deux procédés, auxquels je pourrai donner le nom de *voie sèche* et de *voie humide*. Les procédés employés par Pasteur dans ses recherches sur les germes de l'air relèvent de la première, et ceux de Pouchet, son adversaire, de la seconde.

Dans ses mémorables expériences sur la génération spontanée, Pasteur se servit de bourre de coton nitrique qui, une fois dissoute dans l'éther, donnait un collodion laissant déposer par décantation les sédiments atmosphériques arrêtés au passage. Après plusieurs lavages successifs effectués à l'eau pure, le dépôt était finalement amené sous le microscope.

Quant au moyen pour produire une aspiration lente et continue, Pasteur utilise une trompe fort ingénieuse que nous allons retrouver perfectionnée dans l'appareil de Montsouris, qui est une heureuse combinaison de l'idée de Pasteur auquel il emprunte le mode d'aspiration et de celle de Pouchet pour le système collecteur.

« Ce procédé de Pasteur, dit Miquel, qu'Angus Smith a tenté d'employer, est fort difficile à appliquer aux recherches statis-

tiques des germes. » J'ajouterai que ce n'est peut-être pas là son plus grand défaut. Ce défaut, je le trouve surtout dans l'emploi du collodion, qui déforme, altère à ce point certains organismes à trame délicate, qu'on ne peut plus les reconnaître.

Comme je le dirai bientôt, j'ai employé ce procédé, et j'ai dû y renoncer.

On débarrasse le procédé de ce gros inconvénient, en remplaçant le fulmi-coton par le coton ou l'amiante. J'y reviendrai bientôt.

L'adversaire de Pasteur me paraît avoir été mieux inspiré en donnant la préférence aux plaques agglutinatives. L'aéroscope de Pouchet se compose, en effet, d'un cylindre en verre dans l'axe duquel plonge un tube destiné à projeter un jet d'air sur une plaque de verre recouverte d'une substance visqueuse, et muni à son armature inférieure d'une tubulure en communication avec un aspirateur, dont la capacité étant connue indique la quantité d'air passée sur la plaque adhésive.

De même que Pouchet, Miquel a réuni la méthode par déplacement avec celle des corps agglutinatifs. La différence, outre celle qui résulte des modifications ingénieuses qu'il a fait subir à l'appareil à déplacement, consiste en ce que le disque visqueux de Pouchet est remplacé par une goutte de liquide sirupeux, la glycérine. Vu son importance, j'en reproduis textuellement la description, telle que la donne le D^r Miquel lui-même.

« La figure 19 reproduit le schéma de l'installation adoptée depuis l'année 1875, à l'observatoire de Montsouris, pour récolter les germes de l'air. La cloche tubulée M, rodée et posée sur une plaque dressée et suifée, recouvre un support de bois placé intérieurement sur lequel repose une plaque de verre K où une goutte de glycérine a été mise pour fixer les poussières, qu'amène sous l'influence du vide le tube recourbé *h* à pointe effilée. Cette gouttelette, frappée par le jet d'air, s'ombilique à son centre et forme une sorte de cratère visqueux où l'air tourbillonne pendant toute la durée de l'expérience. Ce système d'aéroscope, imaginé par M. Schœnauer, expérimenté également par M. Yung, donne de fort bons résultats; il a cependant le tort d'être peu portatif, d'être sujet aux fuites et de posséder un tube de prise d'air beaucoup trop long, dans

l'intérieur duquel les poussières finissent par se déposer, comme le prouve la couleur grisâtre qu'il acquiert après un long usage.

La petite trompe qui détermine le courant d'air est beaucoup

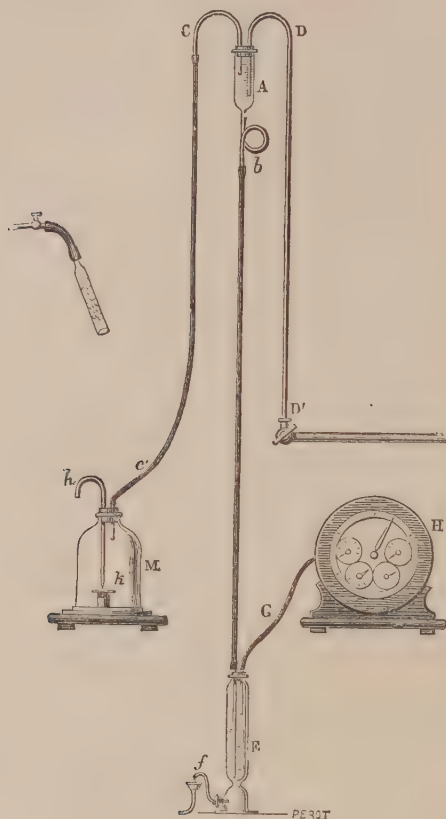


Fig. 19.

mieux comprise. L'eau fournie par le robinet D' pénètre par le tube D dans le petit réservoir A, terminé à son extrémité inférieure par un long tube dont l'extrémité supérieure forme une boucle B. L'eau s'écoulant plus rapidement par le tube vertical, qu'elle n'arrive en A par le robinet D', se divise en gouttes formant piston, et séparées par des bulles d'air qu'elles entraînent dans leur chute: cet air est emprunté à l'atmosphère

extérieure par le tube CC'; finalement, l'air et l'eau se rendent dans l'éprouvette à pied E, l'eau s'écoule par le tube recourbé *f*; l'air traverse sous une faible pression le compteur H, qui mesure exactement son volume. Cette petite trompe, facile à construire avec quelques tubes de verre et de caoutchouc, exige à peine un débit de 40 litres d'eau pour aspirer un mètre cube d'air. »

Tel est l'appareil de Montsouris; mais de plus le Dr Miquel en a fait connaître un autre qui, sous forme de cloche, permet d'opérer dans tous les temps.

Cet appareil se compose : 1° d'une cloche renversée en cuivre nickelé, au fond de laquelle peut être maintenue une plaque glycérinée, et terminée par un tuyau qui communique avec l'aspirateur; 2° d'un cône à base inférieure pouvant être maintenue dans la cloche et dont le sommet percé d'un étroit orifice est placé à une distance de la plaque glycérinée que l'on peut faire varier.

On conçoit que l'air, attiré par l'aspirateur, viendra frapper la plaque glycérinée de bas en haut et cela par tous les temps puisque la cloche renversée abrite en même temps et cette plaque et le cône.

PROCÉDÉS PERSONNELS. L'appareil à déplacement dont je me suis servi se compose de deux cylindres M, N, en zinc, contenant chacun 10 litres environ, et réunis par un tuyau, D, muni d'un robinet, R, permettant d'établir ou d'intercepter toute communication entre eux.

Chacun de ces deux cylindres, outre cette ouverture, en possède deux autres, l'une au sommet B et B', et l'autre latérale C et C'. Cette dernière n'a été d'aucune utilité pendant mes expériences.

Les ouvertures des sommets B et B' sont bouchées à l'aide d'un bouchon en caoutchouc, traversé par un tube contourné en cuivre F, F', allant jusqu'au fond du cylindre. Enfin, chaque cylindre possède trois pieds, de sorte que l'appareil peut à volonté reposer sur l'un ou sur l'autre côté.

A l'un des tubes de cuivre, celui du cylindre supérieur, est adapté un tube en caoutchouc E, qui le fait communiquer avec l'appareil collecteur dont la disposition varie pour chaque procédé.

L'appareil à déplacement étant debout, et le cylindre supé-

rieur étant rempli d'eau, si l'on ouvre le robinet R, l'eau du cylindre supérieur passant dans l'inférieur en chassera l'air par le tube F', et le cylindre M ne communiquant avec l'atmo-

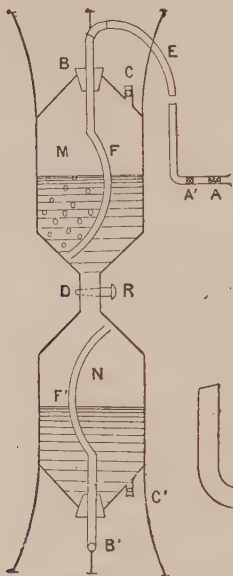


Fig. 20.



Fig. 21.

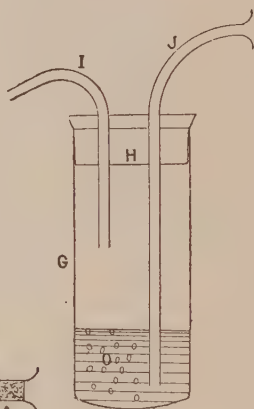


Fig. 22.

sphère que par le tube F, E, c'est par ce tube que devra passer l'air qui viendra remplacer l'eau qui s'écoule.

L'eau passera donc en totalité dans le cylindre N et y restera, puisque le tube F' va jusqu'au sommet.

Pour continuer l'opération, il suffit de fermer le robinet R, de retourner l'appareil et d'ouvrir de nouveau le robinet. L'eau passera cette fois du cylindre N dans le cylindre M et l'air traversera le tube F' pour venir remplir le cylindre N. La même eau sert ainsi indéfiniment, et chaque fois qu'un cylindre se vide, on sait qu'une quantité d'air égale à la contenance du cylindre, soit 10 litres, a passé par un des tube F ou F'.

Si donc, en avant de ces tubes, j'ajoute un *appareil collecteur*, la quantité d'air qui l'aura traversé sera égale à leur contenance multipliée par le nombre de fois que l'appareil aura été retourné.

Les appareils collecteurs, je l'ai dit, varient selon que l'on opère par la voie sèche ou la voie humide.

Quand on opère par la voie sèche, il suffit d'adapter en avant des tubes F, F', un autre tube en verre dans lequel on met le coton, l'amianté ou le fulmi-coton qui doit servir à tamiser l'air.

Le coton est le moyen le plus simple, et je le crois très suffisant à la condition de le prendre très propre. Il ne doit être que modérément tassé; trop tassé, l'écoulement serait trop ralenti, et il est bon qu'il s'opère avec assez d'intensité pour créer un courant suffisant pour entraîner les impuretés de l'air dans le tube. Trop peu pressé, le courant d'air serait trop fort, et le coton ne retiendrait plus les impuretés les plus ténues.

Le disque de coton, A, ne doit pas dépasser un centimètre de longueur. Plus long, il nuirait à l'écoulement sans être d'aucune utilité. J'ai pu me convaincre, en effet, qu'en mettant deux disques, dont le premier d'un centimètre, l'air qui arrivait au second, A', était complètement débarrassé de toute impureté.

Le calibre du tube doit être de 5 à 8 millimètres, et avoir autant que possible une ouverture légèrement évasée du côté libre. Enfin, je crois qu'il est avantageux de le couder (fig. 20) pour que, suspendu par un côté, la partie évasée puisse recevoir l'air horizontalement. Les corps étrangers de l'air ayant une grande tendance à s'arrêter sur la paroi des tubes dans l'intérieur desquels ils sont entraînés, il faut en tenir compte pour placer le coton très près de l'ouverture, et pour le retirer ensuite par cette même ouverture, en essuyant pour ainsi dire les parois du tube.

L'expérience terminée, le procédé le plus simple pour utiliser le coton est de le laver dans de l'eau distillée fraîchement bouillie et filtrée. Cette petite opération se fait dans un verre à expériences ou dans un verre de montre, et c'est l'eau qui résulte de ce lavage qui est portée sous le microscope et examinée.

Une des précautions à laquelle je conseille de ne jamais manquer est de conserver une partie du coton qui a servi à l'expérience à l'abri de toute souillure, et de s'en servir pour faire la contre-épreuve. C'est-à-dire que lorsqu'on a trouvé quelques corps étrangers dans le coton de l'expérience, micro-organisme ou autre, il est important de rechercher si ces mêmes éléments ne proviendraient pas du coton lui-même.

Il est même bon de pousser la contre-épreuve plus loin et de laisser pendant quelques jours les deux cotons en macération dans leurs liquides de lavage, en les mettant à l'abri du contact de l'air. Dans ces conditions, il ne sera pas rare, même lorsque le premier examen a été négatif, de trouver, après quelques jours, des micro-organismes en grand nombre dans le coton de l'expérience et aucun dans l'autre. Ce n'est que plusieurs jours après qu'ils apparaissent dans la contre-épreuve, et toujours sous des formes appartenant à une évolution moins avancée.

Les expériences faites avec l'amiante donnent plus de garantie, parce que la désinfection de cette substance est, on le sait, des plus faciles. Il suffit, après avoir disposé l'amiante dans le tube, de poser tout l'appareil ainsi disposé sur une lampe à alcool jusqu'au rouge sombre, et de commencer l'expérience sitôt après le refroidissement.

Les dispositions à adopter pour la préparation du tube et la manière d'utiliser l'amiante sont les mêmes que pour le coton. Je dois dire toutefois qu'il est indispensable de bien diviser l'amiante avant de s'en servir.

Le fulmicoton présente l'avantage sur les deux substances précédentes de pouvoir se dissoudre en totalité dans l'éther, et par conséquent de permettre de retrouver facilement et de concentrer dans quelques gouttes tous les corps étrangers retenus par le fulmicoton quel que soit son volume. Mais si ce procédé offre des avantages incontestables pour les matières minérales et autres inattaquables par l'éther, il est inacceptable pour les éléments organisés, qui sont sûrement altérés par ce liquide. Ce procédé ne saurait donc être employé pour les recherches des micro-organismes.

Ce sont là les divers procédés relevant de la voie sèche. D'une manière générale, je dois dire que leurs résultats ont été inférieurs à ceux de la voie humide et aussi à ceux de deux autres méthodes. Ils ne conservent leur avantage que dans certains cas spéciaux et qui seront déterminés par la pratique et par le but spécial que l'on poursuit.

Dans la voie humide¹, de l'eau distillée est mise dans un

¹ Ce procédé avait été employé par Gaultier de Claubry, Angus Smith, Dundas, Thompson, Baudremont et Dancier. Gigot (de Levroux) s'était servi de l'acide sulfurique.

tube à expériences de 15 à 18 millimètres de diamètre intérieur et de 15 centimètres de long (Fig. 22). Ce tube est fermé par un bouchon en caoutchouc H, laissant passer deux tubes I et J. Un ou deux centimètres cubes d'eau suffisent, O. Cette eau doit être distillée d'abord et ensuite bouillie et filtrée au moment de commencer l'expérience. Le tube J, recourbé et légèrement évasé par l'extrémité qui reste en dehors, plonge jusqu'au fond du tube O, et au moins d'un centimètre au-dessous du niveau supérieur du liquide. Le tube I, au contraire, ne part que d'un centimètre environ au-dessous du bouchon H, et se trouve mis en communication par un tuyau flexible avec un des tubes F, F' de l'appareil à déplacement.

Le tout étant ainsi disposé, le robinet R est ouvert, et le cylindre supérieur commençant à se vider, l'air extérieur pénètre dans le tube J, vient se laver dans l'eau, lui laisse ses éléments figurés et ressort par le tube I, qui le conduit dans le cylindre.

Lorsque ce cylindre est vide, 10 litres ont traversé l'eau de barbotage, O. Il suffit d'enlever le tube, de retourner l'appareil et d'adapter le tuyau I au tube F pour recommencer l'opération. Dix nouveaux litres d'air se seront ainsi lavés dans l'eau, O.

On peut faire passer ainsi 50, 100 et 200 litres d'air dans quelques centimètres cubes d'eau, et l'on conçoit quelle facilité ce procédé donne pour les recherches. On comprend aussi comment, connaissant exactement la quantité d'air passée dans l'eau d'expérience, on puisse arriver à apprécier au moins d'une manière relative le degré de pureté ou d'impureté d'un air donné.

Comme pour les procédés précédents, il est important de conserver une certaine quantité de liquide employé pour la contre-épreuve.

Pour connaître les micro-organismes existant réellement dans l'air, il est indispensable d'examiner le liquide d'expérience dans le plus bref délai possible. Dès la fin de la première journée, ces micro-organismes se transforment, et déjà ils ne sont plus dans l'état dans lequel ils existaient dans l'air; ils ont fait un pas de plus dans leur évolution. Dans les jours suivants, cette évolution ne fait que s'accroître davantage, et cela même dans les liquides qui au premier examen avaient semblé ne rien donner.

Tels sont les procédés que j'ai employés. Au point de vue

auquel je me plaçais, je crois qu'ils étaient suffisants. Ce que je voulais en effet, c'était faire connaissance avec la flore et la faune des marais, voir quels étaient leurs représentants les plus nombreux, les surprendre dans les diverses phases de leur évolution, et, en un mot, me familiariser assez avec eux pour que je pusse les reconnaître plus tard, même sous une forme imparfaite, si je les rencontrais dans le sang ou tout autre liquide de l'organisme.

Enfin, je dois l'avouer, j'abordais ces recherches avec confiance. Sauf le bactéridium de Binz et le bacillus de Klebs, tous les autres parasites du paludisme incriminés se présentaient avec des dimensions qui rendaient l'examen immédiat plus que suffisant. Le gemiasma de Salisbury, le limnophysalis d'Eklund, l'oscillaire de Laveran avaient été trouvés sans avoir recours à d'autre procédé que le simple examen, et je pensais qu'il ne serait pas moins fidèle dans mes mains que dans les leurs.

Je ne croyais donc pas nécessaire d'avoir recours à d'autres plus perfectionnés. Les résultats à ce dernier point de vue, on le verra, ont trompé mon attente.

Mais si ce but a été manqué, je n'en considère pas moins mes recherches, telles qu'elles ont été faites, comme fort utiles. Elles m'ont au moins permis, comme je le désirais, de me familiariser avec ce monde des infiniment petits et ont considérablement limité le champ de mes recherches à l'avenir. Elles m'éviteront, j'en ai la certitude, bien de fausses routes pour plus tard. A ce point de vue, mon but a donc été atteint.

Mais si je le répète, l'examen immédiat a été suffisant pour jeter ce coup d'œil d'ensemble, pour reconnaître les éléments figurés de grosse et de moyenne dimensions, je reste convaincu que seuls les moyens d'étude plus perfectionnées (culture, procédés de coloration, etc.) peuvent conduire à des résultats satisfaisants, et je ne saurais trop les conseiller à ceux qui voudraient poursuivre ces recherches. C'est dans tous les cas sûrement ceux que je choisirai désormais, dès que les circonstances me permettront de les reprendre.

CHAPITRE VI

EXAMEN DU SANG.

Les procédés d'examen du sang sont *généraux* ou *spéciaux* : les premiers destinés aux recherches habituelles, et les autres proposés, au contraire, pour des recherches spéciales, ayant plutôt pour but l'étude des éléments étrangers contenus dans le sang, que celle du sang lui-même.

PROCÉDÉS GÉNÉRAUX. — Je donnerai successivement, en les reproduisant textuellement, les procédés de Robin et ceux d'Hayem, et enfin, pour permettre d'apprécier mes résultats, je terminerai par celui que j'ai suivi, en faisant remarquer d'abord que l'encellulement ayant toujours été fait, je n'ai pas eu besoin de la chambre humide, dont je ne me suis, en effet, que rarement servi, et ensuite, qu'observant à la Guadeloupe, où la température n'était jamais au-dessous de 29°, il n'était pas nécessaire d'avoir recours à la platine chauffante, même pour faire les examens les plus prolongés. Cette dernière précaution surtout serait indispensable par des températures au-dessous de 25°, pour faire des examens comparables aux miens.

Robin et Hayem possèdent chacun deux procédés : l'un par la *voie sèche*, et l'autre par la *voie humide*.

PROCÉDÉS DE ROBIN. — *Procédés de préparation.* — « Pour examiner¹ le sang des vertébrés, il faut en faire sortir une goutte en piquant avec une aiguille quelque partie de la peau. On en prend une portion en approchant d'elle jusqu'au contact le plat d'un porte-objet, et on la recouvre d'une lame mince. On peut en prendre dans le sang d'une saignée ou dans les vaisseaux d'un animal récemment tué, à l'aide d'une baguette de verre ou d'un tube, une goutte assez petite pour qu'elle ne forme pas une couche trop épaisse entre les deux lames. »

« On étudiera la préparation sous un grossissement de

¹ Robin, *Traité du microscope*, page 569.

500 diamètres au moins, et mieux de 450 à 550 si elle est faite avec du sang de mammifère ou d'oiseau. Le grossissement de 500 est suffisant pour les autres vertébrés. »

Procédés de conservation. — A. *Dessiccation.* — « On peut conserver des globules rouges du sang à sec, en laissant dessécher à l'air une mince couche de liquide sur un porte-objet, sans le recouvrir d'une lamelle. Les globules qui ne se touchent pas se montrent très nettement en relief et peuvent être observées à l'aide de très forts grossissements. »

B. *Conservation dans un liquide.* — Robin cite un certain nombre de liquides propres à la conservation des éléments du sang, mais il donne la préférence à ceux de Pacini. Ils sont au nombre de deux.

« Liquides de Pacini¹.

« Ils sont composés de la manière suivante :

A. — *Premier mélange.*

Sublimé.	1 partie.
Chlorure de sodium.	2 —
Glycérine (25° Baumé)	15 —
Eau distillée.	115 —

« On laisse ce mélange au repos au moins pendant deux mois. Au bout de ce temps, on en prend, pour l'usage, 1 partie qu'on mêle à 5 parties d'eau distillée, et on filtre au papier. »

« Les globules de sang s'y conservent très bien. D'après Pacini, ce même liquide conserve, à un égal degré, les nerfs, les ganglions, la rétine, les cellules cancéreuses et, en général, tous les tissus délicats.

B. — *Deuxième mélange.*

Sublimé.	1 partie.
Acide acétique.	2 —
Glycérine (25° Baumé).	45 —
Eau distillée.	215 —

« On emploie ce deuxième mélange comme le précédent. Il ne conserve intacts que les leucocytes.

¹ Robin, *Traité du microscope*, page 576.

« La remarquable conservation des éléments anatomiques et des tissus les plus altérables dans les liquides de Pacini leur a valu une réputation des mieux justifiées qui me les ont fait préférer à tous les autres depuis que j'ai reçu de cet éminent anatomiste des préparations qui ne se sont jamais altérées. »

PROCÉDÉS D'HAYEM. — *Sang humide*. — « Pour l'examen du sang humide, il se sert d'une lame ordinaire¹, creusée d'une rigole circulaire qui, vue de champ, est représentée par deux crénelures. Au centre est un petit disque de trois millimètres de diamètre². Sur ce disque, on dépose une goutte de sang, puis une lamelle bien plane. L'évaporation en est évitée en enduisant à l'avance le bord extérieur de la rainure avec un corps gras. »

Les procédés précédents suffisent, je l'ai dit, pour l'examen des hématies et des leucocytes³ ; mais il n'en est pas de même pour les hémato blasts, c'est plus particulièrement pour eux qu'Hayem a décrit le suivant :

Sang sec. — « Pour l'examen du sang desséché, on recueille sur une lame de verre ordinaire, bien lavée dans de l'acide sulfurique étendu, une goutte de sang que l'on étend rapidement en couche mince au moyen d'un agitateur en verre qu'on fait glisser à plat sur la lame. La dessiccation rapide est obtenue en imprimant à la lame des mouvements de va-et-vient qui favorisent l'évaporation de la partie liquide du sang. Quand la préparation est sèche, ce que l'on reconnaît en la regardant obliquement à la lumière, il suffit de la couvrir avec une lamelle fixée par les quatre coins. On pourrait ainsi conserver cette préparation intacte pendant des mois. (*Leçons sur les modifications du sang*, p. 89 et 90.) »

Procédé personnel. — Pour observer les éléments figurés du sang dans leur sérum normal, méthode qui a été suivie le plus souvent, je procédais de la manière suivante : Je piquais avec une épingle neuve un des pouces, préalablement lavé et

¹ Il a renoncé à la lame argentée dont il se servait autrefois (comm. orale).

² Au lieu de 6 millimètres comme autrefois (comm. orale).

³ Je rappelle ici que dans le procédé d'Hayem, comme dans celui de Robin, pour examiner le sang dans des conditions qui se rapprochent autant que possible de la nature, il faut employer la platine chauffante, complication dont dispense la température des pays intertropicaux.

essuyé, à la hauteur de la naissance de l'ongle, et à quelques millimètres en dehors ; puis, par une pression légère, je faisais sourdre une goutte de sang. Sur cette goutte, qu'il n'est pas nécessaire d'obtenir très grosse, j'appliquais le centre d'une lame de verre qui venait d'être passée à la flamme d'une lampe à alcool, et je la recouvrais immédiatement d'une lamelle pour laquelle j'avais pris la même précaution. Il est important d'abord de laisser la lame et la lamelle se refroidir complètement, et ensuite de ne perdre que le moins de temps possible. Toute préparation qui, avant d'être couverte, présentait la moindre trace de dessiccation sur les bords était recommencée.

La lamelle était aussitôt retenue sur la lame par quatre points de paraffine, ou plus simplement de bougie stéarique placés sur chaque coin, ce qui permettait d'étaler la goutte comme je le désirais ; puis elle était encellulée d'une manière complète avec la même substance.

PROCÉDÉS SPÉCIAUX. — Les deux principaux sont les suivants que je décrirai successivement en les empruntant chacun à leur auteur.

*Procédé d'Eklund*¹. — « Pour constater la présence du *Limnophysalis* dans le sang des malades atteints de fièvre intermittente pendant le stade févreux proprement dit, il m'a paru nécessaire de diluer le sang avec une solution de nitrate de potasse ayant à 37°,5 le même poids spécifique que le sérum du sang. Dans des tubes capillaires de verre, un peu dilatés vers le milieu, de même forme et de même grandeur que ceux dont on se sert pour recueillir du vaccin, j'ai fait entrer un peu de la solution ci-dessus indiquée du nitrate de potasse. Après quoi j'ai pénétré avec la pointe d'une aiguille à inoculation ordinaire sous l'épiderme, surtout dans la région splénique, où j'ai déchiré quelques vaisseaux sanguins parmi les plus minimes du tissu-cellulaire sous-cutané. J'ai fait entrer du sang écoulé ou sorti par la pression dans les tubes capillaires ci-dessus décrits, contenant une solution de nitrate de potasse ; après quoi, j'en ai fait fondre les bouts à la flamme de la bougie. Chez tous les malades de fièvres intermittentes, dont j'ai recueilli et dilué le sang pendant le stade févreux

¹ *Arch. de méd. nav.*, juillet 1878.

proprement dit, j'ai réussi constamment à retrouver le *Limnophysalis hyalina* dans le sang, à l'examen microscopique. »

*Procédé de Laveran*¹. — « 1° *Choix du malade*. Les éléments parasitaires ne se trouvent pas à l'état permanent dans le sang des paludiques; j'examinerai plus loin les influences qui agissent sur le nombre et la nature de ces éléments; pour l'instant, il nous suffit de savoir que c'est au début des accès de fièvre ou dans les heures qui précèdent l'invasion des accès que les parasites se trouvent en plus grand nombre dans le sang, et qu'ils sont, par suite, plus faciles à observer. On choisira, autant que possible, un malade qui a déjà eu plusieurs atteintes de fièvre palustre et qui est fortement anémié; les parasites sont en général nombreux dans ce cas, et d'autant plus faciles à trouver que le sang est plus pauvre en hématies; on choisira surtout un malade n'ayant pas pris de sulfate de quinine depuis quelque temps. »

« 2° *Technique pour la préparation du sang*. — Lorsqu'on veut procéder à l'examen du sang, on commence par préparer deux lamelles couvre-objet et deux lamelles porte-objet bien planes; il est bon de laver ces lamelles à l'eau d'abord, puis à l'alcool, bien que les microbes du paludisme soient trop caractéristiques pour qu'on ait à craindre de les confondre avec les poussières, les spores ou les bactéries qui existent en suspension dans l'air, et qui peuvent s'introduire directement dans les préparations.

« Une préparation suffit en général pour l'examen du sang, mais il est sage d'en faire deux, l'une des préparations pouvant être mauvaise et se prêter mal à la recherche des microbes à cause de son épaisseur ou pour tout autre motif.

« Après avoir lavé à l'eau d'abord, puis à l'alcool un des doigts du malade dont on se propose d'examiner le sang, on comprime le doigt à sa base et on pique la pulpe à l'aide d'une épingle neuve ou d'une lancette bien propre, en ayant soin de choisir un endroit où l'épiderme n'est pas trop épais. La goutte de sang qu'on obtient ainsi doit être de moyen volume; lorsque la peau est sèche, la goutte de sang prend une forme arrondie, perlée; lorsqu'il fait très chaud et que la peau est couverte de sueur, ou bien lorsqu'on procède à l'examen du sang chez un

¹ *Traité des fièvres palustres*, pages 155 et suivantes.

malade qui est à la période de sueurs d'un accès, la goutte de sang s'étale et se mélange à la sueur, ce qui est un inconvénient; il faut alors essuyer la peau avec soin et recueillir le sang très rapidement.

« On recueille la goutte de sang qui s'est formée à l'extrémité du doigt en approchant au contact une des lamelles porte-objet qui ont été préparées à cet effet; la lamelle ne doit pas toucher la peau; la gouttelette de sang adhère en partie à la lamelle de verre, on la recouvre immédiatement avec une des lamelles couvre-objet de la manière suivante : on dépose avec l'haleine une légère buée à la surface des lamelles couvre-objet et porte-objet, la lamelle couvre-objet est appliquée ensuite sur la goutte de sang, de manière à former d'abord un angle de 45° environ avec la lamelle porte-objet, puis on l'abaisse rapidement en même temps qu'on l'a fait glisser sur la lamelle porte-objet, de façon à ce que le sang s'étale sans interposition de bulles d'air.

« La préparation vue par transparence ne doit présenter qu'une teinte très pâle; si la couche de sang est trop épaisse, on presse légèrement sur la lamelle couvre-objet, en ayant soin d'essuyer le sang qui vient sourdre sur les bords de la préparation; il faut éviter d'exercer une pression trop forte qui pourrait détruire les éléments parasitaires, ou du moins altérer leur aspect et les déformer.

« Au début de mes recherches, je prenais toujours la précaution de border mes préparations à la paraffine; cette précaution n'est pas indispensable; le sang se dessèche rapidement sur les bords de la préparation, surtout quand l'air est chaud et très sec, et il forme lui-même un enduit solide qui empêche les parties centrales de se dessécher; au bout de vingt-quatre ou de quarante-huit heures, on constate le plus souvent que les parties centrales des préparations ainsi faites sont encore à l'état liquide. En bordant à la paraffine, on supprime, il est vrai, les mouvements que l'évaporation, si lente quelle soit, détermine souvent parmi les hématies, ce qui est un avantage incontestable; de plus, les préparations qui sont bordées à la paraffine sont bien plus faciles à examiner à l'aide des objectifs à immersion que celles qui ne le sont pas; la goutte d'eau déposée sur la lamelle couvre-objet pouvant, dans ces dernières, se mélanger au sang et

détruire la préparation au moment où l'examen présente le plus d'intérêt.

« Le sang doit être examiné pur, sans mélange d'aucun liquide; c'est dans le sérum du sang que les parasites du paludisme vivent le plus longtemps après leur sortie des vaisseaux; d'autre part, en mélangeant le sang à un liquide quelconque, on produit une dissémination des éléments parasitaires qui rend leur recherche plus difficile que dans le sang pur. Chez les paludiques, le chiffre des hématies est toujours au-dessous de la moyenne, et parfois il tombe très bas, ce qui facilite l'examen.

« Il n'y a aucun avantage à prendre du sang pour l'examen de telle partie périphérique du corps plutôt que sur telle autre, ce qui se comprend sans peine, puisque le sang circule. Si on pouvait facilement, sans danger pour le malade, recueillir du sang dans la rate, il y aurait sans doute avantage à le faire; l'anatomie pathologique nous enseigne, en effet, que la rate est le siège d'élection des parasites du paludisme comme des bacilles du charbon. Plusieurs observateurs italiens ont pratiqué chez les paludiques des ponctions de la rate, et ils n'ont eu, je crois, à enregistrer aucun accident; cet exemple était tentant; je ne l'ai pas suivi, estimant qu'un médecin n'a pas le droit de pratiquer une opération qui n'est pas nécessaire et qui peut déterminer de graves complications.

« Les éléments parasitaires peuvent se rencontrer dans le sang provenant des hémorrhagies naturelles, epistaxis, hémoptysies, hématuries, etc. Je les ai cherchés vainement dans la sérosité des vésicules de l'herpès labial et dans les urines des paludiques.

« 3° *Mode d'examen des préparations.* — Un grossissement de 400 à 500 diamètres suffit pour observer tous les détails des éléments parasitaires qui existent dans le sang des paludiques; je me suis servi presque toujours de l'oculaire n° 2 et de l'objectif n° 7 (nouveau) de Verick; j'ai aussi fait usage de l'objectif n° 10, à immersion, de Verick, qui n'est pas indispensable pour ces recherches.

« La préparation une fois faite et mise au point, on examinera de préférence les zones dans lesquelles les hématies sont à plat et ne forment qu'une seule couche; lorsque les hématies sont empilées comme des pièces de monnaie, suivant la

comparaison classique, les éléments parasitaires échappent facilement à l'examen; beaucoup de parasites sont accolés à des hématies, comme nous le verrons plus loin, et ne sont pas visibles quand les hématies se présentent par la tranche, les parasites libres eux-mêmes se cachent bien plus facilement entre des piles de corpuscules rouges qu'au milieu d'hématies isolées les unes des autres et ne formant qu'une seule couche mince.

« Les hématies qui adhèrent assez fortement les unes aux autres au moment où le sang vient d'être recueilli, s'isolent assez souvent au bout de quelques instants et se présentent alors de face; aussi, l'examen du sang est-il, en général, plus facile dix à quinze minutes, une demi-heure même après que la préparation a été faite, que dans les premiers instants. Il m'est arrivé plusieurs fois de ne trouver tout d'abord dans une préparation de sang que peu ou point d'éléments parasitaires, alors que l'examen de la même préparation, fait quinze à vingt minutes après, me révélait l'existence de ces éléments en assez grand nombre.

« Ce qui rend la recherche des parasites du paludisme assez difficile, c'est qu'en général ces éléments sont en petit nombre dans le sang; on trouve parfois huit, dix, quinze éléments parasitaires dans un même champ de microscope, mais c'est là un fait assez rare, et l'observateur doit faire pour cette étude provision de patience. Dans les cas assez fréquents où les éléments parasitaires sont peu nombreux dans le sang, il faut souvent un examen prolongé pendant dix, quinze minutes, et même davantage pour les découvrir.

« Les grains pigmentés qui se trouvent dans la plupart des éléments parasitaires sont d'utiles points de repère; les éléments eux-mêmes sont si transparents qu'il serait très difficile de les apercevoir s'ils n'étaient pas pigmentés; nous verrons plus loin que les filaments mobiles qui représentent la forme la plus parfaite des microbes du paludisme, et qui, eux, ne renferment pas de pigment, ne sont visibles qu'à l'état de mouvement. L'observation si intéressante des mouvements de ces filaments mobiles est particulièrement délicate. Il arrive souvent que ces mouvements s'arrêtent sous l'influence du refroidissement que subit le sang au sortir des vaisseaux, et ne reparaissent qu'un quart d'heure ou une demi-heure après.

Les temps chauds sont les plus favorables pour l'observation des filaments mobiles; on peut remédier à l'inconvénient que présente le refroidissement de la préparation en se servant d'une platine chauffante, dont la température doit être de 37° à 38° centigrades.

« En ajoutant au sang une goutte d'acide acétique, on détruit les hématies sans altérer notablement (du moins au début) certains des éléments parasitaires du sang (les corps n° 1 en particulier); c'est donc là un procédé dont on peut se servir, suivant le conseil de M. le Dr Richard (*Revue scientifique* 1883, p. 115), pour déceler rapidement la présence des parasites dans le sang d'un malade; mais ce procédé a l'inconvénient grave de tuer les parasites et de ne pas permettre à l'observateur de constater les mouvements si caractéristiques des filaments mobiles. Il serait préférable d'employer l'eau pure, qui fait disparaître les hématies sans tuer les parasites du paludisme.

« C'est dans le sang pur, au milieu des hématies, qu'on étudie le plus facilement les microbes du paludisme. J'ai déjà dit que c'était dans ces conditions que la vie des microbes se prolongeait le plus longtemps; j'ajoute que si la présence des hématies gêne parfois l'observateur, souvent aussi elle lui est utile; nous verrons que les filaments mobiles impriment aux hématies des mouvements très variés qui facilitent beaucoup leur recherche et leur étude; d'autre part, certains éléments parasitaires s'accrochent intimement aux hématies, et il est très intéressant de connaître leurs rapports avec les corpuscules du sang.

« L'examen des microbes du paludisme est plus difficile dans la chambre humide de Ranvier que dans les préparations ordinaires à cause de l'épaisseur trop grande de la couche liquide, mais ce procédé d'examen permet de conserver le sang plus longtemps; on peut constater aussi, dans ces conditions, que la mobilité des microbes est très grande. »

TROISIÈME PARTIE

CHAPITRE VII

J'arrive à la partie tout à fait personnelle de mon travail, celle qui se recommande le plus à l'attention du lecteur, c'est-à-dire à l'exposé de mes recherches. Je le ferai sans commentaire, le reproduisant tel que je l'ai écrit, au fur et à mesure de mes observations.

Ces recherches ont porté sur sept points différents :

- 1° *Les terrains salubres ;*
- 2° *Les eaux potables ;*
- 3° *L'air sain ;*
- 4° *Le sang normal ;*
- 5° *La vase et l'eau des marais ;*
- 6° *L'air des marais ;*
- 7° *Le sang des paludéens.*

Comme on peut le voir par cette énumération, les quatre premières études ne devaient servir que de termes de comparaison, mais leurs résultats n'en ont pas moins une grande importance. Le but de mes observations, en effet, n'était pas seulement de connaître les infiniment petits des marais en général, mais surtout de savoir ceux qui leur sont spéciaux, et parmi ces derniers de rechercher s'il y en avait qui pussent être trouvés dans le sang des paludéens. Or, pour pouvoir être fixé sur ces divers points, et accorder de l'importance à tel ou tel infiniment petit vivant dans le marais, il fallait m'assurer d'avance que cet infiniment petit ne se trouvait ni dans les terres, ni dans l'eau et l'air salubres, ni dans le sang normal, leur présence dans ces conditions devant, en effet, forcément faire tomber tout soupçon de toxicité : de là, la nécessité d'étudier ces milieux sains pour qu'une fois leur faune et leur

flore connues, je puisse innocenter sans hésitation tous les représentants qu'ils ont de commun avec ceux des milieux palustres.

Les difficultés que j'ai rencontrées dans ces recherches sont considérables et de natures diversés.

Les premières, d'ordre purement scientifique, tiennent à la difficulté de détermination des infiniment petits. Tous ceux qui se sont occupés de ces premières ébauches de vie, savent combien elles sont variables, non seulement entre elles, mais aussi aux diverses phases de leur existence, et par conséquent combien souvent leur classement dans tel ou tel groupe est difficile¹. Les autres difficultés sont d'un autre ordre. Pour continuer ces recherches pendant des mois, et sans relâche, il faut d'abord compter sur la santé qui, on le sait, laisse souvent à désirer dans les pays chauds; et ensuite qu'on me permette de le dire, si quelques-unes de ces recherches ne sont que fatigantes, d'autres, au contraire, celles faites dans les marais, sont, de plus, dangereuses.

Pour triompher des premières difficultés, j'ai fait des études préparatoires, me mettant au courant autant que possible de la microbotanique et de la microzoologie. Cependant, je dois l'avouer, malgré ces études, souvent grand a été mon embarras. Quel microbiologiste pourrait s'en étonner? J'ai donc pris le parti dans ce cas, lorsque je ne pouvais déterminer un micro-organisme, de le décrire aussi exactement que possible, et de compléter la description par un dessin. C'est ainsi que beaucoup de mes infiniment petits vont se présenter au lecteur. Sur place, je n'ai pu faire mieux. Mais de plus à mon retour, j'ai mis à contribution le savoir de deux savants distingués : de M. Henneguy, pour les infusoires, et de M. Petit, pour les diatomées. Or, grâce à leur obligeance, plus de cent cinquante espèces ont pu être déterminées d'une manière exacte d'après les dessins. Je suis heureux de trouver ici l'occasion de remercier ces deux microbiologistes, aussi obligeants qu'instruits, d'avoir bien voulu m'aider ainsi de leurs lumières. Je leur en témoigne, et de grand cœur, toute ma reconnaissance. Du reste, j'ai tenu à leur laisser le mérite de leur

¹ A ces difficultés il faut ajouter celle résultant du peu d'entente des divers auteurs qui s'en sont occupés.

œuvre, et une indication a été mise à côté de chaque espèce qu'ils ont pu reconnaître : à chacun le sien.

Quant aux difficultés provenant du danger des marais, je n'ai pu que compter sur un hasard heureux. Qui donc, en effet, oserait aujourd'hui dicter des préceptes permettant de vivre dans le marais sans contracter la fièvre? Or, comme on le verra, je n'ai pas dû seulement les parcourir le jour, pour étudier leur configuration, leur mode de formation et les causes qui, à un moment donné aggravent leurs dangers; mais j'ai séjourné au milieu des plus malsains pendant des nuits entières pour analyser leur atmosphère. Aussi je le répète, ce n'est qu'au hasard seul que j'attribue d'avoir traversé ces dangers sans aucune atteinte. J'ai lieu d'en être d'autant plus surpris, que tous ceux qui m'accompagnaient comme aides ont, sinon à la première, mais à la deuxième ou troisième séance, été obligés d'y renoncer.

Les procédés employés sont ceux que j'ai précédemment décrits; quand ils ont présenté quelques particularités, j'ai toujours pris soin de les mentionner.

Enfin les notes que je vais reproduire ont été écrites au fur et à mesure des observations; elles doivent donc être aussi fidèles et complètes que possible.

Les dessins ont été faits à l'aide de la chambre claire en me servant de l'oculaire n° 3 et de l'objectif n° 3 (Nachet), le tube du microscope étant rentré, c'est-à-dire avec un grossissement d'environ 300 diamètres. J'indiquerai d'une manière spéciale les cas dans lesquels d'autres grossissements ont été employés.

Quant au mode de préparation, je l'ai dit, ce n'est que rarement que les réactifs colorants ou coagulants ont été utilisés; le procédé suivi a été celui de l'*examen simple*.

Ces indications données, j'aborde l'exposé de mes recherches; c'est par celles sur les *terrains salubres* que je commencerai.

TERRAINS SALUBRES

Les échantillons de ces terrains ont été pris sur divers points de la colonie, et surtout à des altitudes différentes. Les uns, en effet, ont été recueillis dans la partie basse, dans le territoire du village des *Trois-Rivières*, et d'autres à une altitude de deux cents mètres environ. Aucun de ces terrains, bien entendu, n'est paludéen. Enfin, je réunirai à leur étude celle de la végétation des toitures.

PREMIER ÉCHANTILLON. — *Pris dans un terrain vague à deux cents mètres environ au-dessus du niveau de la mer (au-dessus de la cafetière Bossant, route du Camp-Jacob), quartier dans lequel on n'observe pas de fièvres intermittentes (couche superficielle).*

Examiné au microscope, cet échantillon se compose presque exclusivement de débris minéraux, les uns en lamelle à cassure vive, et les autres, au contraire, aux contours arrondis, et se rapprochant plus ou moins de la forme sphérique. De plus, on observe des détritux végétaux, débris de feuilles ou de racines, cellules végétales éparses, etc. Enfin, presque dans chaque préparation, on trouve des diatomées (*Navicules*, *Nitzschia*) dont la plupart ne sont plus constituées que par la carapace, mais dont quelques autres cependant contiennent encore de la chlorophylle jaune.

Ces carapaces sont lisses ou à orifices latéraux, mais jamais rayées (fig. 23, *Navicule*. — Fig. 24, *Nitzschia stagnarum*).

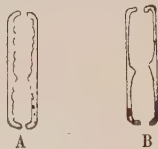


Fig. 23.

DEUXIÈME ÉCHANTILLON. — *Pris dans un champ de cannes à sucre que l'on venait de couper, situé en face du terrain qui a fourni le premier échantillon (couche superficielle).*

Il est également composé presque en totalité par des débris minéraux de la même nature que précédemment. Il m'a paru encore plus riche en diatomées. On trouve :

1° Une forme identique à la figure 23 B. (*Navicule* vue de côté. Déterminée par Petit.)

2° Une forme oblongue, bivalve, à orifices latéraux, 4 fois plus longue que large.

3° Une forme bivalve rectangulaire, lisse, 4 fois plus longue que large (fig. 28 B, *Nitzschia stagnarum*).

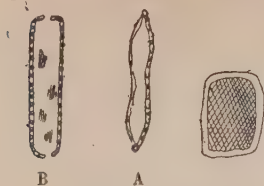


Fig. 24,

fig. 25.

4° Une forme en gourde dont chaque extrémité serait terminée par un petit bouton bivalve; 5 à 6 fois plus longue que large (fig. 24 A, *Nitzschia stagnarum*).

5° Une carapace vide ayant appartenu à une monade à carapace.

6° Un corps opaque, presque ovale, à doubles contours, clair, dont j'ignore la nature (fig. 25).

TROISIÈME ÉCHANTILLON. — Pris le 14 mars soir, dans la propriété de M. Latapie (commune des Trois-Rivières) et examiné le 15 dans l'après-midi.

Cet échantillon renferme :

1° Des débris minéraux dont le plus grand nombre excessivement ténus. Ils sont pour la plupart arrondis et comme polis par le frottement. Quelques-uns portent cependant encore les traces d'une cassure récente, et se présentent comme des aiguilles, des pyramides, etc.

2° Des fragments de carapace de diatomées dont quelques uns appartenant à des espèces très grandes et très belles (fig. 26). (Fragment d'une surirella ou d'une navicule, d'après Petit.)



3° Quelques débris végétaux, et surtout des débris de petites radicelles. Je n'ai pas trouvé d'algues filamenteuses.

4° Des carapaces de diatomées (*Nitzschia inconspicua*, Grun) ovales, lisses, bivalves, deux à trois fois plus longues que larges. Déterminée par Petit (fig. 27).



Fig. 27.

5° Une navicule (déjà signalée fig. 25 B.). Je n'ai trouvé ici que ses carapaces. Elle est rectangulaire, à petits côtés légèrement arrondis, et portant une ouverture, sans chlorophylle, sans raie ni orifice, bivalve, la valve inférieure étranglée à la partie moyenne; 4 à 5 fois plus longue que large. Cette forme est plus rare que les précédentes.

6° Une autre navicule lisse (carapace seulement) en gourde, à extrémités arrondies et à longs côtés légèrement concaves;

bivalve; 4 à 5 fois plus longue que large (fig. 24 A); autres aspects du *Nitzschia stagnarum* (Petit).

7° Une quatrième forme de navicule, rectangulaire, à petits côtés arrondis et portant une ouverture, grands côtés droits, bivalve; portant les traces de raies transversales serrées; 5 fois plus longue que large. (*Nitzschia* vue de côté.)

Ces diverses navicules sont assez communes; on en trouve dans toutes les préparations.

8° Mais l'élément de beaucoup le plus fréquent, est l'algue figurée en A, B, et C, fig. 28, la première sphérique et la seconde ellipsoïde. Elles sont de couleur très foncée, tantôt en violet, tantôt en brun.

Elles se reproduisent par division spontanée et forment momentanément chaînette; c'est ce que permet de voir la figure B. Dans cette figure, la cellule mère est ellipsoïde, ce qui semblerait indiquer que cette forme est une première modification qu'imprime à cette algue sa multiplication. C est parfois très foncée en couleur et complètement opaque, sauf au niveau des jeunes cellules dont les contours seuls sont nettement dessinés. Dans un état plus avancé au contraire, elle est moins foncée, et l'on peut même suivre sa structure. Elle paraît non seulement donner naissance à d'autres cellules par voie de gemmation, mais aussi subir dans la totalité de sa masse une division comme les sarcines.

9° Il n'existe dans cette terre aucune trace d'infusoire.

VÉGÉTATION DES TOITURES. — En étudiant le fond des jarres de la maison que j'habitais, j'avais trouvé fréquemment des anguillules. Voulant me rendre compte d'où elles pouvaient venir, je me mis à étudier la toiture qui recueillait l'eau de pluie et les tuyaux qui la conduisaient dans les jarres. Or, la toiture étant en zinc et fort bien tenue, il me paraissait difficile que des anguillules pussent vivre dans ces conditions. Cependant, ayant observé que sur certains points les feuilles de zinc étaient réunies par une étroite bande de plâtre, et que ce plâtre était recouvert d'une légère couche de végétation, j'eus l'idée d'enlever cette végétation et la couche la plus superficielle de plâtre pour les soumettre à l'examen. Or, quel ne fut pas mon étonnement en constatant dans cette vé-

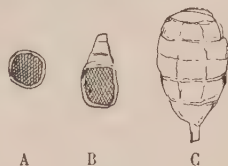


Fig. 28.

gétation non seulement des microzoaires de l'organisation la plus simple, mais aussi d'autres plus développés, et entre autres des trichodines (fig. 29) à divers états de développement et aussi les anguillules que je cherchais (fig. 30).



Fig. 29.

Je suis convaincu que l'étude des toitures dans tous les pays où l'on ne boit que de l'eau de pluie, fournira de précieuses indications à leur hygiène. La présence de l'anguillule suffirait pour l'établir. Et qui nous dit que ce ne sont pas là des réceptacles des infiniment petits les plus dangereux?

Conclusions. — Ces recherches, qui ont été longtemps continuées et reprises plusieurs fois, établissent donc :



Fig. 30.

1° Que les infusoires, surtout d'un ordre un peu élevé, sont complètement défaut dans les terrains salubres.

2° Que ceux d'une organisation moins parfaite sont au moins très rares.

3° Que les amibes eux-mêmes, sous les formes les plus élémentaires, ne s'y rencontrent pas.

4° Qu'il en est de même des diatomées ; je n'ai, en effet,

guère rencontré que des carapaces, et tout me fait croire qu'elles y ont été apportées par le vent, soit que la carapace fût déjà isolée, soit que l'animal soit mort après être sorti du milieu favorable à son existence.

5° Que si dans le terrain des Trois-Rivières, j'ai rencontré beaucoup d'algues mono-cellulaires (fig. 28), il y a lieu de se demander si elles appartiennent proprement à ce terrain, ou bien si elles n'y sont pas apportées par le vent. Cette algue monocellulaire, en effet, est excessivement fréquente dans les environs de la Pointe-à-Pitre. On la trouve dans la vase, et aussi dans la substance calcaire qui compose presque toute cette partie de l'île.

6° Qu'il y a lieu de s'occuper de l'étude des toitures. Mes

observations sur l'eau potable conservée dans les jarres jointes à celles de leur végétation, doivent peut-être les faire considérer, je l'ai dit, comme des réceptacles des plus dangereux.

7° Que les anguillules sont fréquentes dans l'eau des jarres, c'est-à-dire celle que dans toute la colonie, on s'entend à considérer comme la plus pure, surtout lorsqu'elle est recueillie sur des toitures en zinc ou en ardoises. Or, nous l'avons vu, c'est dans ces conditions que l'anguillule a été trouvée¹.

8° Qu'enfin comme conclusion dernière, qu'il est indispensable de ne boire que de l'eau filtrée².

CHAPITRE VIII

EAUX POTABLES

DÉVELOPPEMENT D'UNE ALGUE MICROSCOPIQUE ET DES AMIBES. — L'étude des eaux potables va nous présenter un nouvel attrait. Les uns ont tant exagéré leur pureté, et les autres la fréquence des infiniment petits dans leur sein que, ne serait-ce qu'à ce point de vue, il serait déjà intéressant de suivre ces recherches et de savoir quel est le degré réel de pureté des eaux potables en général, et ensuite de les comparer entre elles. Mais de plus, comme je l'ai dit en commençant, et c'est là le point capital, nous y trouverons l'avantage de pouvoir les comparer avec l'eau et la vase des marais.

Les eaux potables comprennent :

- 1° *Les eaux pluviales recueillies dans des jarres ;*
- 2° *Celles recueillies dans des citernes ;*
- 3° *Celles accumulées dans les mares à ciel ouvert ;*

¹ Il est vrai que les anguillules ne se trouvent qu'au fond. Mais, au moment des pluies, l'eau des jarres est remuée, et pendant quelque temps elle devient boueuse, non seulement parce que l'eau entraîne avec elle des matières terreuses, mais aussi parce que le fond de la jarre est agité, et se répand dans toute la masse du liquide.

² On trouvera plus loin l'étude comparée de l'eau du Chagres, rivière de l'isthme de Panama, avant la filtration, après la filtration à travers une pierre du pays, la pierre dite à ravets probablement, et ensuite à travers le filtre de la Compagnie. Ces eaux avaient été mises en bouteille depuis un mois au moins quand je les ai examinées, et on verra que celle filtrée avec l'appareil de la Compagnie avait conservé toute sa pureté. Il y a là un fait d'expérience qui ne saurait passer inaperçu pour l'hygiène.

- 4° *Celles des sources;*
- 5° *Celles des rivières;*
- 6° *Enfin, celles des puits.*

Je me promets de les examiner successivement, et comme l'eau de pluie recueillie dans les jarres est celle qui est le plus employée, c'est par elle que je commencerai. J'y suis d'autant plus sollicité que c'est en faisant l'étude de cette eau que j'ai été amené à constater quelques faits intéressants sur le mode de reproduction de certains infiniment petits dont l'exposition m'épargnera pour la suite beaucoup de redites.

Voulant faire l'analyse de l'eau de jarres avec l'importance que comportait l'immense usage que l'on en fait dans la colonie, je résolus d'étudier séparément l'eau qui constitue les premières couches, c'est-à-dire celle que l'on puise constamment, et celle qui occupe les couches les plus inférieures, près du fond, où existe toujours un dépôt terreux plus ou moins abondant. Or, ayant remarqué qu'à la surface des jarres il existe presque toujours quelques points noirs flottants, je cherchai à en déterminer la nature.

Quelques-uns de ces corps furent recueillis avec soin et portés sous le microscope. Je pus ainsi me convaincre que tous ces corps sont constitués par des nymphes de moustiques plus ou moins développées. Pendant un certain temps, les larves se meuvent dans la masse du liquide, allant du fond à la surface, grâce à leurs incessants mouvements de latéralité, puis, arrivés au moment de leur transformation, leurs mouvements cessent après avoir été de moins en moins actifs. C'est en ce moment qu'ils viennent flotter à la surface du liquide. Mais bientôt leur métamorphose continuant, l'animal parfait apparaît et se dépouille de cette enveloppe pour en sortir à l'état d'insecte ailé. Deux à trois jours suffisent pour que cette dernière métamorphose soit complète. Pour m'en assurer, j'ai pris quelques larves, et je les ai isolées. J'ai pu ainsi les voir se développer, passer à l'état de nymphe, et trois jours après, il ne restait plus à la surface du liquide que la membrane de cette dernière.

Mais ce ne fut pas là le point le plus intéressant de mes recherches.

Développement d'une algue microscopique. — En exami-

nant avec plus de soin ces mêmes nymphes, je constatai que toutes celles qui étaient vides ou sur le point de se vider, étaient devenues l'habitat de véritables colonies d'infiniment petits, qui, tout d'abord, me parurent présenter la plus grande variété. Les uns, en effet, avaient la forme de longs filaments plus ou moins développés, tantôt complètement transparents, tantôt très riches en granulations; d'autres rappelaient les globules blancs pigmentés; enfin, d'autres étaient sphériques, fortement colorés et résistaient à tous les acides. Tous ces infiniment petits étaient privés de mouvement. Mais, au milieu de ces éléments, se déplaçaient tantôt avec la lenteur des amibes, tantôt avec une rapidité qui les rendait insaisissables, une foule d'organismes qui offraient entre eux l'aspect le plus dissemblable comme perfectionnement et organisation. Ce qui augmentait encore l'intérêt de ces recherches, c'est que je trouvais là de nombreux infiniment petits que j'avais constatés déjà séparément dans différentes eaux. Je voulus donc profiter de cette occasion pour étudier ce qu'ils pouvaient avoir de commun entre eux.

Je recherchai d'abord si toutes les nymphes possédaient ainsi des colonies de parasites et s'il en était de même des larves, et je pus constater que ces dernières en étaient toujours exemptes tant qu'elles étaient en mouvement. Les parasites n'apparaissaient qu'avec le repos de la nymphe, et ne prenaient tout leur développement que sur les enveloppes qui, devenues de véritables corps inanimés, ne devaient plus être considérés que comme une matière organique vouée à la décomposition.

Je consacrai à cette étude les journées du 4 au 10 décembre 1882, journées pendant lesquelles j'ai examiné, sans l'abandonner d'un instant, le même élément pour suivre ses diverses modifications. Mes observations, outre quelques examens faits dans la matinée, duraient chaque jour de 1 heure à 6 heures du soir.

Une nymphe de moustique fut placée sur une lame de verre recouverte d'une lamelle avec une goutte d'eau, et placée sous le microscope. L'humidité était entretenue par l'addition fréquente d'une goutte d'eau. La lamelle était maintenue par quatre points de paraffine, et pendant la nuit, la préparation entière était mise dans de l'eau de jarre.

Prenant alors comme sujet d'étude l'élément A, je me promis de suivre ses modifications, quel que fût le temps que me coûtât mon observation.

Ce corps était en ce moment circulaire, complètement immobile, et doué d'un assez grand nombre de granulations immobiles, offrant par conséquent assez bien l'aspect et les dimensions d'un leucocyte. Je vis successivement dans la première journée un premier prolongement filiforme apparaître sur sa circonférence, puis un second sur un point opposé, et le premier acquérir à la fin de la journée les apparences d'un tube, ainsi que le représente B (fig. 31).

Le lendemain matin, 5, ces tubes avaient augmenté de longueur et de diamètre, et l'un des tubes s'était ramifié.

Dans la journée, un autre tube apparut, et dans la soirée, les granulations avaient diminué de nombre dans la circonférence A, et avaient commencé à pénétrer dans le tube.



Fig. 31.

Le lendemain matin, 6, ce phénomène s'était accentué, et je dessinaï C.

Trente-six heures avaient donc été nécessaires à l'élément A pour devenir C. Dès lors, plusieurs faits étaient éclaircis. Le premier, c'est que l'élément A n'était qu'une spore et que les tubes que j'observais s'entrecroisant sur l'enveloppe de la nymphe, n'étaient que des tubes polliniques ramifiés ou naissants. En examinant, en effet, la nymphe que j'avais choisie, je constatai que toujours, en suivant un tube avec attention, j'arrivais soit à son extrémité libre, soit à une spore. Le résultat de mes recherches fut le même en les étendant à d'autres nymphes.

La découverte de ce premier fait intéressant m'encouragea dans ces recherches, et après avoir vu naître les tubes polli-

niques, je voulus voir les spores naître à leur tour. Ce fut le même élément qui servit à mon observation.

Le troisième jour, 7 décembre, c'est-à-dire soixante heures après le début de mon observation, le tube pollinique avait considérablement grandi surtout comme largeur, et les granulations avaient augmenté. J'avais sous les yeux la figure D (fig. 51). Mais de nouveaux faits, et des plus attrayants, m'attendaient.

Pendant toute la journée, je pus observer les mouvements des granulations polliniques, mouvements qui, jusqu'ici, m'avaient échappé. Ces granulations allaient et venaient en sens divers ; les unes montaient le tube et les autres le descendaient, et cela d'une manière bien évidente, sur deux lignes bien marquées, sans qu'aucune d'elles parût dévier du trajet qu'elle avait commencé. Parfois même, elles se heurtaient ; mais après quelques tâtonnements, chacune d'elles, qu'on me permette l'expression, continuait son chemin.

Le 8, à six heures du matin, le tube avait considérablement grandi.

Mais l'après-midi me réservait d'autres satisfactions. A une heure, quand je repris mon poste d'observation, un phénomène nouveau s'était accompli ; un grand nombre de granulations s'étaient accumulées sur un point du tube, et, d'une manière manifeste, faisaient des efforts pour en sortir. Je pus, pendant cinq heures, assister à ces efforts réitérés mais impuissants. Peu à peu, les granulations agglomérées furent séparées des autres par une fine membrane ; puis un espace, et à la suite deux espaces clairs se dessinèrent dans son intérieur ; leurs efforts portaient tantôt sur un point, tantôt sur un autre (fig. 32 F). Souvent, je crus que j'allais assister à la sortie, et il n'en fut rien ; la masse pollinique semblait après ces

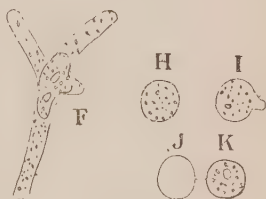


Fig. 32.

efforts s'être épuisée, et elle rentrait dans le repos. Rien n'était plus attrayant que de surprendre ainsi la nature dans une de ses œuvres les plus intimes. J'y trouvai, malgré la fatigue et le brisement des membres dus à l'immobilité prolongée, une des satisfactions les plus vives. Plus j'approchais

de l'issue, plus je devenais assidu à mon poste d'observation. Je craignais qu'une minute d'inattention me fit perdre le fruit d'une fatigue de plusieurs jours.

La masse pollinique avait, dans ses mouvements d'activité, des mouvements franchement amiboïdes ; on eût dit des contractions. Sous l'influence de ces contractions, les granulations se tassaient sur un point, s'y pressaient et le distendaient. Enfin, une saillie se forma, celle que l'on voit dessinée sur la figure F, et dès lors les efforts devinrent plus rares, mais plus accentués ; et je pus enfin, après cinq heures d'attente, voir cette masse sortir par une déchirure imperceptible, en s'étirant, et prendre immédiatement une forme circulaire, en même temps qu'elle devenait immobile. Une seconde avait suffi pour que j'eusse sous les yeux la figure H. Quant au tube, il avait repris sa forme première. Toute saillie avait disparu, et il ne différait de ce qu'il était avant que par le nombre beaucoup moindre de ses granulations.

Je l'ai dit, pendant les efforts que faisait la masse pollinique de F, j'avais constaté de véritables mouvements amiboïdes, et je m'attendais à voir ces mouvements ne devenir que plus actifs dès que II serait libre. Mon attente fut déçue ; je continuai à examiner II tant que le jour le permit, mais je ne lui vis faire aucun mouvement. Cette petite masse sphérique resta immobile ; ses granulations elles-mêmes étaient en repos.

Si l'on compare la figure II avec la figure A qui lui a donné naissance, on verra combien elles se ressemblent, et combien j'étais autorisé à croire que j'avais épuisé le cycle et que le nouvel élément II, que j'avais vu naître, n'était autre que la spore A que j'avais suivie depuis son développement. Je fis bien, cependant, de ne pas m'en tenir à cette conjecture, si plausible qu'elle fût, et de continuer mon observation.

Dès le 9, au premier jour, j'étais à mon poste d'observation. La masse pollinique était toujours immobile sur place. Mais un mouvement intestin avait commencé. Les granulations se déplaçaient, se portaient tantôt sur un point, tantôt sur un autre, et, par leur pression, déformaient l'enveloppe. Ces mouvements rappelaient une fois de plus ceux des amibes.

À 10 heures, une saillie s'était formée et restait permanente ; enfin à 5 heures de l'après-midi, par un travail

identique à celui de la sortie de la masse pollinique du tube, le corps I se vida, donnant naissance à K qui était resté fixé à J, enveloppe de I, par un filament excessivement fin. Le corps K eut un instant de repos, puis il s'agita vivement cherchant à rompre l'attache qui le retenait encore à l'enveloppe; peu à peu, ses mouvements devinrent des plus violents: c'étaient des secousses, des mouvements circulaires, des mouvements de latéralité. Il ne s'arrêta que lorsque l'obstacle fut vaincu: il était 5 heures. Presque immédiatement, il prit une forme ovale (fig. 33 L),* s'agita quelques secondes sur place, puis disparut rapidement dans le sens d'un flagellum, qu'il portait et qui, très probablement, n'était autre chose que le filament qui l'avait retenu pendant quelques heures à l'enveloppe.

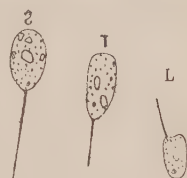


Fig. 33.

L'enveloppe J resta en place encore plusieurs jours; elle n'apparaissait que comme un cercle très mince qu'il fallait chercher avec soin pour le retrouver. Du reste, mis sur la voie, je pus en retrouver beaucoup d'autres. L'élément K avait, en effet, beaucoup augmenté de nombre depuis le commencement de mon observation, et il est évident que chacun des cercles J révélait l'origine d'une de ces spores douées de mouvements.

Les mouvements de L se présentant aussi sous les formes S et T étaient des plus rapides, et le rendaient difficile à suivre; ils traversaient le champ du microscope avec une rapidité incroyable, couraient au hasard et évidemment sans but déterminé; ils allaient comme mus par une force irrésistible, et je puis dire inconsciente. Ce n'est qu'en les immobilisant à l'aide de la teinture d'iode que j'ai pu les étudier avec soin.

Je n'ai pu voir ce que deviennent ces spores; mais je suis porté à croire qu'après avoir joui de cette mobilité pendant quelque temps, ils s'arrêtent, reprennent la forme sphérique, et que ce sont eux qui constituent alors les spores A, qui ont servi de point de départ à mes observations.

Ainsi serait complété le cycle de ces transformations successives dont la connaissance nous permet de saisir les relations existant entre les éléments d'apparence les plus éloignées que j'aurai fréquemment à signaler dans le cours de ces diverses études.

Ainsi, en résumant ce qui précède, et en donnant à chacune de ces modifications un nom précis qui nous permette de la différencier des autres, j'appellerai A, *spore immobile*; les tubes de B, C, D, etc., *tubes polliniques*; les granulations qu'ils contiennent, *granulations polliniques*; F, H, I, la *masse pollinique*; J'enveloppe de la masse pollinique; K, L, S, T, *spores mobiles*.

Ces expressions qui, on le verra, vont se reproduire bien souvent, avaient besoin d'être expliquées; ce qui, je l'espère, outre l'intérêt que l'on aura pu trouver à suivre ces transformations, me justifiera de m'y être arrêté aussi longuement.

Je compte sur les mêmes raisons pour me justifier également pour les quelques lignes que je vais consacrer à l'étude du développement d'un autre infiniment petit faisant partie de la même colonie.

DÉVELOPPEMENT DES AMIBES. — Pendant les quelques jours que j'employai à suivre les transformations successives du microphyte précédent, d'autres faits non moins intéressants se passaient dans le champ du microscope.

Dès le 7 décembre, à côté de la spore donnant naissance aux tubes polliniques, se trouvaient quelques granulations agitées de mouvements très rapides, et à cause de cela difficiles à étudier. Cet agglomérat de granulations existait au milieu de nombreuses autres isolées, mais quelquefois assez denses pour qu'il fût difficile de dire si elles constituaient un tout unique, ou bien si réellement leur existence était indépendante.

D'autre part, le champ du microscope était constamment traversé, outre les spores si rapides que je viens de décrire, par des infusoires ciliés, de dimensions différentes, et surtout par un grand nombre d'amibes diffluentes de petites dimensions.

Je résolus donc de faire pour ces éléments ce que j'avais fait précédemment, et d'en suivre un jusqu'à son entier développement.

Je choisis la forme qui me parut la plus primitive, la forme A. Cet infiniment petit n'était constitué que par quelques granulations réunies entre elles sans membrane d'enveloppe, au moins apparente, et se trouvait fixé par un filament excessivement fin au fond de la préparation. Retenu par ce filament, il s'agitait de droite et de gauche, et quelquefois en décrivant une véritable circonférence.

Suivi pendant quelques heures, il augmenta peu à peu de volume et devint successivement B et C.

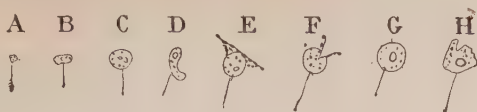


Fig. 34.

Le lendemain matin, 8 décembre, C avait, outre des mouvements de balancements, de véritables mouvements amibi-formes, qui lui donnaient les formes les plus inattendues telles que D.

C'est pendant cette journée que je pus observer un des faits les plus curieux concernant cet infiniment petit. Dans la préparation, des leptothrix existaient en grand nombre. Or, l'un d'eux étant venu se heurter à l'élément que je suivais je le vis subitement s'étaler sur le leptothrix, comme l'indique la figure E, puis attirer cette proie dans son intérieur en la doublant, comme il est représenté dans la figure F. Le leptothrix, du reste, disparut bientôt, et fit partie de l'amibe qui l'absorba en totalité.

Le lendemain matin, je constatai l'apparition dans le centre de mon élément d'un espace rose (G), et à 10 heures, des déformations amibiformes s'opérant encore sur place, mais des plus actives (H).

L'espace rose devint de plus en plus apparent, l'élément de plus en plus grand, les mouvements sur place de plus en plus étendus, et enfin vers 4 heures de l'après-midi, les premiers mouvements de locomotion apparurent après une légère



Fig. 35.

secousse, indiquant que le filament qui le retenait venait de se rompre (fig. 35-I).

Dès lors, les mouvements amiboïdes s'accrochèrent, et pendant une heure environ, je pus suivre cet amibe dans sa route

capricieuse, affectant les formes les plus diverses : I, J, K, L, M. Mais la nuit se fit et sa mobilité m'a empêché de savoir ce qu'il était devenu, et quelle était désormais sa nouvelle destinée.

Comme on peut le voir, cette étude est moins complète que la précédente. Comment naissent les amibes ? que deviennent-ils ? Il aurait fallu, pour résoudre ces deux questions, que le cycle fût complet. C'est évidemment une lacune que je regrette ; mais la difficulté de suivre, pendant la nuit le mouvement des amibes rendra, pendant longtemps encore, la solution de ces deux questions difficiles. Seule, une série de hasards heureux peut permettre de la donner.

CHAPITRE IX

EAUX POTABLES (suite).

EAU DE JARRE. — A la Guadeloupe, l'eau des jarres provient toujours des toitures. Or, ces dernières sont faites de substances différentes dont les trois principales sont : le bois dit aissante, le zinc et l'ardoise. De ces trois genres de toitures, le public, au point de vue qui m'occupe, donne la préférence à l'ardoise. Cette préférence du reste est très suffisamment expliquée, en ce qui concerne les toitures en bois, pour le goût désagréable qu'elles donnent à l'eau, surtout dans les premières années. Cette eau, en effet, contient en ce moment une matière colorante assez odorante. Aussi, n'est-ce que rarement que l'eau de ces toitures est recueillie. Les deux autres, au contraire, le sont fréquemment. Il m'a donc paru intéressant d'étudier comparativement les eaux de ces deux provenances.

De plus, comme je l'ai dit précédemment, pour faire une étude complète, j'ai eu la pensée d'étudier séparément l'eau qui occupe les couches supérieures de la jarre, c'est-à-dire celle que l'on boit, et celle qui occupe le fond, dans laquelle il existe toujours un dépôt.

TOITURES EN ZINC. Couches supérieures. — Les couches supérieures de ces jarres contiennent souvent, je l'ai dit, des points noirs constitués par des moustiques à l'état de métamorphose, et sur l'enveloppe desquels vivent les organismes que je viens de décrire. C'est ainsi qu'avant de faire leur étude suivie, j'avais trouvé séparément les divers états par lesquels ils passent. Je dois de plus faire remarquer que si les éléments immobiles n'existent que sur les corps flottants qui leur servent d'habitat, les éléments mobiles se trouvent dans la totalité de l'eau, non seulement aux environs de ces corps, mais dans toute l'étendue de la jarre, depuis la surface jusqu'au fond.

Mais, de plus, outre ces corps, j'ai rencontré dans mes diverses recherches (décembre 1882) les organismes dont la description va suivre :

1° *Monas ovalis* (Ehrenberg) (de Fromental), fig. 38.

Corps ovale, transparent ; à peine quelques granulations ; mouvements rapides en hélice et en zigzag. Sa rapidité et sa petitesse ne m'ont permis de voir ni vésicule contractile ni flagellum.

2° *Cyclomonas distorta* (de Fromental) *Cyclodum distortum* (Dujardin). — (fig. 39 et 40).

Corps ovale, aplati, noduleux et irrégulièrement contourné, avec un bord épaissi ; blanc, granuleux ; flagellum très développé.

39, vu de face ; 40, vu de côté.

3° *Monas sphærica* (de Fromental) (fig. 59).

Corps sphérique, clair, peu granulé, doué d'un mouvement rapide en roulant.

4° *Amœba crassa* (Dujardin et de Fromental).

Corps très diffluent, se déformant facilement, ne donnant



Fig. 38. Fig. 39. Fig. 40. Fig. 41.

Fig. 42.

pas de prolongement, peu granulé, pas de vésicule contractile quoique déjà très développé (fig. 138).

5° *Monas vibrio* (fig. 41).

Corps hyalin, peu granulé, contourné, rappelant par la forme le *vibrio modulata*. Se mouvant par un mouvement latéral.

6° *Amœba brachiata* (Dujardin et de Fromentel) (fig. 42).

Corps épais, volumineux, très granuleux, se déplaçant par des déformations successives. Donnant des expansions courtes et quelquefois très fines dans le sens du déplacement; vésicule contractile unique et très apparente.

7° *Des algues monocellulaires* (fig. 43, A et B), carapace bivalve, siliceuse, sphérique, lisse; se reproduisant par gemmation, A; vivant le plus souvent isolées, mais formant quelque fois chaînette, B; de couleur brune.

8° *Cyclotella Kützingeriana* (Thw) déterminée par P. Petit.

9° *Une algue monocellulaire*, ovale, chargée de chlorophylle verte; une simple enveloppe. Existe également sur les métamorphoses du moustique (fig. 443); mais de couleur verte.



Fig. 43.



Fig. 44.



Fig. 45.

10° *Une algue monocellulaire* (fig. 44) en voie de division; la circonférence est brun clair et le centre des jeunes cellules vert clair; forme ovale; existe sur la nymphe des moustiques.

La même peut être plus développée, et présenter 3, 4 ou 5 divisions.

11° *Monade sans cil ni appendice*, ovale, mouvement très rapide, à peine quelques granulations fines. Se meut rapidement dans le sens de son grand axe; ne subit pas de déformation. Présente des dimensions différentes. Existe dans les couches supérieures de l'eau de jarre (fig. 45).

12° *Amibes diffuentes* très développées (plusieurs espaces roses) qui contiennent des corps étrangers relativement très volumineux qu'ils expulsent de temps en temps; fournissent parfois des prolongements qui les font ressembler aux amibes

rayonnantes. Existent sur les métamorphoses de moustique et dans l'eau qui les avoisine (fig. 35 et 82).

TOITURES EN ARDOISES. *Couches supérieures*. — Les infiniment petits de cette eau sont les mêmes que ceux de la précédente. On y trouve, en effet, en grand nombre, les algues déjà décrites à leurs divers états de développement, ainsi que de très nombreuses amibes. Aucun élément ne m'a paru leur appartenir en propre. Les nombreux dessins que j'ai faits ne sont que la reproduction de ceux que j'avais pris dans l'eau provenant des toitures en zinc. Aussi, ne les reproduirai-je pas. Qu'il s'agisse, je le répète, des infusoires ou des algues, leurs représentants sont les mêmes.



Fig. 46.

Je ne donnerai donc ici qu'un élément qui n'a pas été trouvé dans l'eau précédente à ce degré de développement, un leptothrix très développé (fig. 46). — (Ocul. 3, objectif 5).

EAU DE JARRE. *Fond*. — La même identité des micro-organismes s'est retrouvée, du reste, quand j'ai étudié le fond des jarres. Il n'est aucun élément que j'aie vu dans l'un que je n'aie pu retrouver dans l'autre. Aussi, quoique l'étude de ces eaux ait été faite séparément, je confondrai leurs résultats dans un résumé commun.

Les nombreux représentants de ce monde si intéressant des infiniment petits seront donnés dans un ordre basé sur leur organisation, les plus simples étant décrits les premiers en commençant par les microphytes.

Le fond des jarres a été pris avec un tube en verre que j'introduisais fermé par le doigt à une extrémité, et que je débouchais lorsque j'étais arrivé au fond. Le liquide trouble et boueux qui montait était mis dans un verre à expérience et étudié immédiatement. Plusieurs échantillons étaient ainsi pris à quelques heures d'intervalle. C'est ainsi qu'ont été trouvés les organismes suivants :

1° *Cladophora* (Déterminée par P. Petit). Algue cellulaire se reproduisant par voie de gemmation. Cellules à doubles contours et formant des filaments de couleur généralement brune ou verte; existe en assez grand nombre au fond des jarres (fig. 200).

2° *Anabæna* (Déterminée par P. Petit). Cellules à doubles contours, se reproduisant par gemmation et constituant des

filaments par division incomplète; cellules sphériques, de couleur verte, souvent séparées.

3° *Tube pollinique* (fig. 31. a) d'une algue déjà décrite dans les couches supérieures.

4° *Clostère* (fig. 47). Corps arqué en lunule rayée transversalement; raies disposées par-deux; rare.

5° *Réunion de clostères* en voie de reproduction. Jaune pâle; double contour, bien marqué; est rare.

6° *Navicula cryptocephala*, Ktz (*Déterminée par Petit*). Algue monocellulaire, diatomée, navicule ovale à extrémité pointue, lisse, de deux à trois fois plus longue que large, le plus souvent ayant des taches de chlorophylle; très fréquente.



Fig. 47.



Fig. 48.



Fig. 49.



Fig. 50.



Fig. 51.

7° *Algue monocellulaire* (fig. 48), lisse, libre, ne formant jamais chaînette; pas de trace de division intérieure; doubles contours.

8° *Algue monocellulaire* (fig. 49). Doubles contours, brune, sans trace de division intérieure; la même que la précédente, mais de forme triangulaire.

9° *Algue monocellulaire* (fig. 44), toujours libre, se multipliant par division intérieure et complète. Cellules à doubles contours; vertes; sphériques; trouvée en grand nombre dans le dépôt des jarres.

10° *La même ovale* (fig. 44).

11° *Algue monocellulaire* (fig. 50). A des états divers de développement; la plus volumineuse se divise en quatre; doubles contours; riche en chlorophylle verte; forme circulaire; en assez grand nombre.

12° *Algue monocellulaire*. De forme quadrangulaire divisée en quatre, double enveloppe, couleur verte; rare.

13° *La même*, plus grande, mais avant toute division; est de couleur brun clair (fig. 25).

14° *Algue monocellulaire* (fig. 51). Divisée en 16 jeunes,

chacune d'elles ayant une double enveloppe; couleur brune.

15° *La même*, moins avancée dans sa division et moins grande.

16° *Champignon*. Cellules incolores, à une seule enveloppe, se reproduisant des deux côtés; peu fréquent (fig. 52).

17° *Champignons* $\left\{ \begin{array}{l} \text{monaspunctum} \\ \text{monas termo} \end{array} \right\}$ très fréquents (fig. 53, 63 et 68).

18° *Bacillus*, 2 ou 5 fois plus long que large; pas de septa; se meut avec un mouvement de balancement; incolore; assez fréquent (fig. 54).



Fig. 52.



Fig. 53.



Fig. 54.



Fig. 55.



Fig. 56.

19° *Vibrioprolifer*. Élément très développé, composé d'une série de cellules sphériques à formes bien dessinées et constituant une chaîne; incolore. Se meut par de légers mouvements de flexion latérale dans le sens de son grand axe; assez fréquent (fig. 55).

20° *Spirillum volutans* très minces; assez rares (fig. 56).

21° *Leptothrix* (fig. 172), filaments libres, sans mouvements, sans septa; droits ou à peine incurvés. Existe en grand nombre.

22° Très longs filaments de *leptothrix*, sans septa, à un simple contour; ne paraît pas avoir un calibre intérieur.

23° *Infusoire* sans eil ni appendice; de forme ovale, tronqué à une extrémité; plusieurs espaces dans son intérieur; mouvements rapides dans le sens de l'extrémité tronquée qui paraît se terminer par une ouverture; assez rare.

24° *Foraminifère* (fig. 57). Se présente à plusieurs états de son développement: carapace calcaire, orifices multiples par lesquels passent des prolongements amibiformes; une ou plusieurs cellules contractiles; c'est le premier état; 2° à ces caractères se joint parfois un appendice caudal que je figure (fig. 57); 3° parfois l'appendice n'est pas apparent, mais l'animal est très développé; les espaces vides sont au nombre de trois; 4° enfin, l'animal est ovale et de plus grande dimension; de plus, il paraît être en voie de reproduction; le centre

est occupé par un espace clair dans lequel on voit une traînée de granulations, qui pourrait bien être un germe.

25° *Monade* sans cil ni appendice; ovoïde; un espace vide, quelques fines granulations; incolore; se mouvant dans le sens de la petite extrémité; assez commune (fig. 58).



Fig. 57.

Fig. 58.

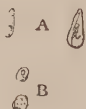
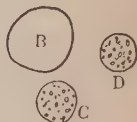


Fig. 59.



Fig. 60.



26° *Monade* sans cil ni appendice; forme sphérique; se meut en roulant; quelques fines granulations; un espace vide, bien marqué; fréquente (fig. 59).

27° *Monade* sans cil ni appendice; fusiforme; un espace vide bien marqué; quelques fines granulations; se meut rapidement dans le sens de son grand axe; assez fréquente.

28° *Foraminifères*? Carapace hémisphérique, épineuse; toujours libre; se reproduisant par division intérieure complète A; se meut très lentement; fréquent (fig. 60).

C et D sont vivants. B ne représente qu'une carapace vide.

29° *Actinophrys* (fig. 61) à très longs prolongements variables. Corps sphérique; quelques granulations intérieures; pas d'espaces vides; se meut assez rapidement grâce à ses prolongements (*Déterminée par Henneguy*); assez fréquent.



Fig. 61.

30° *Amibe diffluyente* (fig. 34) en voie de développement, la même que nous avons étudiée dans les couches supérieures; assez fréquente.

31° *Foraminifère ovale*; pseudopodes très longs et mobiles; orifices nombreux à la carapace; assez rare.

32° *Trichodine*. Corps oblong; couronne de cils; deux lèvres égales; corps lisse; un estomac; pédicule simple, contractile; assez rare.

33° *Volvox globator* (*Déterminée par Henneguy*). Corps sphérique, rond, de grande dimension, contenant un grand

nombre d'autres spores plus petites ; cet infusoire se meut par des mouvements amiboïdes peu prononcés.

EAUX DE CITERNE. — J'ai analysé l'eau de deux citernes. Or contrairement à ce que l'on aurait pu croire, ces deux eaux se sont trouvées peu riches en infiniment petits. Il est vrai que ce n'est pas l'eau du fond que j'ai eue à ma disposition ; j'ai étudié celle de la surface, c'est-à-dire celle que l'on boit. Mais même en tenant compte de cette condition, j'avoue que je m'attendais à trouver ces eaux, qui toujours séjournent pendant un temps assez long dans leurs réservoirs et sans qu'on puisse les nettoyer, beaucoup plus chargées de micro-organismes.

Les eaux des deux citernes que j'ai étudiées, au contraire, ont paru en contenir beaucoup moins que certaines autres qu'en général on considère comme plus pures, telles que les eaux courantes de rivières ou de sources. C'est ce que l'on va voir par les résultats suivants.

Ces eaux contiennent sûrement des bactéries et quelques monades de petites dimensions, mais les unes et les autres sont rares.

Les éléments que j'ai rencontrés le plus fréquemment sont :

Eau de la citerne du grand Bourg. Dépôt siliceux peu abondant.

1. *Anabæna* très développée.

EAU DE CITERNE. — (*Pointe-à-Pitre*).

1° *Micrococcus* (fig. 62).

2° *Bactérium chaînette* (fig. 68 F).

3° *Diatomée* (Carapaces de Navicule et de Nitzschia, fig. 23 et 24).

4° *Spores d'algues* (fig. 43, 70, 31 et 32).

EAUX DE MARE. — Ma surprise n'a pas été moindre pour ces eaux que pour les eaux de citerne. Je m'attendais à les trouver beaucoup plus chargées qu'elles ne le sont réellement. Leur faune et leur flore microscopiques sont certainement plus riches que celles des citernes, mais, je le répète, cette richesse est restée au-dessous de mes prévisions. Les bactériums y sont fréquents cependant, ainsi que les micrococci, les monades de petit volume et les spores d'algues ; mais les infusoires un peu élevés et mêmes les amibes y sont rares. Enfin leurs eaux se distinguent de celles des marais surtout par l'absence ou tout



Fig. 62.

au moins la rareté des diatomées. Les formes qui m'ont paru dominer dans ces eaux sont les suivantes :

Eau de la mare à boire de l'habitation Sainte-Madeleine à Saint-François (Grande-Terre).

1° *Monas hyalina* (fig. 71).

2° *Micrococcus* (fig. 62 et 86).

3° *Spores d'algues* à divers états de développement (fig. 31, 32, etc.).

4° *Foraminifère* (57 et 60).

5° *Surirella ovalis* (Brebisson) (*Déterminée par P. Petit*).

EAU DE LA MARE DU MAIS. — Dépôt siliceux très abondant.

1° Quelques *monades hyalines* (fig. 71).

2° *Bactériums punctum et termo* (fig. 65; 68 A et C).

EAU DE LA MARE DE LA SOURCE. — Dépôt siliceux très abondant.

1° *Bactériums punctum et termo* (fig. 65 et 68).

2° *Monades hyalines* (fig. 71).

3° *Spores* devenues immobiles (fig. 31, 32 et 89).

EAU DE SOURCE. — L'impression a été en sens contraire pour les eaux courantes qu'il s'agisse des eaux de sources ou de rivières. Au lieu de les trouver plus pures que celles de citerne ou de mare, c'est le contraire que j'ai constaté. Ce fait m'a d'autant plus frappé que les eaux de source que j'ai examinées sont remarquables par leur limpidité et que leur origine devait garantir leur pureté. Ce sont, en effet, deux sources du camp Jacob, naissant sur des points où rien ne peut les contaminer. Cependant, comme nous allons le voir, elles contiennent encore des micro-organismes en quantité notable.

EAU DE SOURCE. — (*Camp Jacob*).

I. — *Fontaine du Plateau*¹. Cette eau a été prise depuis plusieurs jours, et contient un très léger dépôt. J'agite la bouteille, je verse de cette eau dans un verre à expérience, et c'est le dépôt que j'examine.

Examinée le 24 décembre 1882, le fond du verre contient :

1° *Des bactériums punctum et termo* en grand nombre (fig. 65).

2° *Des monades* (fig. 38, 45, 58, 59) sans cil ni appendice, se mouvant tantôt par un mouvement de latéralité, tantôt par un mouvement hélicoïdal. Ces monades très petites, de

¹ Cette eau est limpide, bonne au goût, aérée et sans odeur.

forme ovale, oblongue, ou sous forme de larme, contiennent des granulations fines et peu nombreuses ; elles sont assez fréquentes.

5° *Amibes* (fig. 54) en voie de développement, avant d'être en liberté sont fixées par un pédicule, et s'agitent avec plus ou moins de rapidité. Ni l'une ni l'autre ne contiennent de cellule contractile, ce qui indique que leur développement est peu avancé ; ces amibes sont fréquentes dans le dépôt.

4° *Amibes diffuentes* (fig. 55) en voie complète de développement. Elles sont libres, se déplacent en se déformant ; contiennent une cellule contracte relativement très grande et quelques granulations foncées (fig. 138).

II. — *Fontaine de la Section*. Cette eau est limpide, aérée, sans odeur et excellente au goût. Examinée le 22 décembre 1882, après quelques jours de repos, elle a laissé déposer une légère couche de poussière au fond de la bouteille.

Ce dépôt contient :

1° *Des bactériums punctum, termo et triloculaire* (fig. 65), les deux premiers surtout en grande quantité (fig. 68 A, D, E).

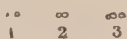


Fig. 63.



Fig. 64.

2° *Une algue monocellulaire* (fig. 64) à double enveloppe, sans trace de division intérieure, de très petite dimension et riche en chlorophylle ; elle est fréquente dans le dépôt.

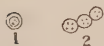


Fig. 65.



Fig. 66.



Fig. 67.

5° *Oscillaire* (fig. 65). Des cellules appartenant à une oscillaire presque incolore et contenant quelques granulations fines.

4° *Une monade* (fig. 66, 58) sans cil ni appendice, ovale, avec une granulation volumineuse ; se mouvant soit par des

mouvements de latéralité, soit par un mouvement hélicoïdal. Elle est assez fréquente.

5° Une monade sphérique (fig. 59) sans cil ni appendice, à granulations assez foncées et se déplaçant en roulant sans changement de forme.

Elle est encore plus fréquente que la précédente.

6° Une monade ciliée en couronne (fig. 67), ayant plusieurs espaces riches en granulations ; de forme ovale et d'assez grande dimension. Elle se meut assez lentement.

EAU DE RIVIÈRE. — Mais de toutes les eaux, celles qui m'ont le plus étonné par leur richesse en micro-organismes, après celles de jarre, sont celles de rivières, et cela pour toutes les rivières.

J'ai examiné les eaux de cinq rivières et pour chacune d'elles plusieurs échantillons ont été soumis à l'analyse microscopique. Or le résultat a été constant : ces eaux sont très chargées d'êtres animés. Les bactériums se trouvent dans toutes, et si les micrococci sont plus rares que dans les eaux de citernes et de puits, les monades et surtout les infusoires d'un ordre plus élevé y sont beaucoup plus fréquents. Il en est de même de la flore. Les spores des algues les plus variées de forme et de dimensions s'y rencontrent à chaque instant. Beaucoup de ces micro-organismes, qui leur sont communs comme on va le voir avec d'autres eaux, atteignent dans des rivières un développement auquel ils n'arrivent pas dans les autres. Je puis citer les leptothrix et les amibes. Enfin les diatomées, tout en y étant plus rares que dans les marais, le sont cependant moins que dans les eaux d'aucune autre origine. On va pouvoir en juger par les études suivantes des cinq rivières : du Chagres, de Saint-Louis, de la Goyave, du Bourg et enfin de la rivière aux Herbes.

I. — Eau du Chagres (isthme de Panama) prise à Gomboa (non filtrée).

1° *Bactériums punctum et termo* (fig. 63 et 68) assez nombreux dans la mince couche de dépôt qui s'est formée au fond de la bouteille. Ce sont les éléments qui dominent.

Ils constituent de véritables membranes flottantes au-dessus de l'eau, et au fond ils forment des lamelles dans lesquelles ils se touchent presque. Ils sont immobiles et affectent trois formes (fig. 68) : sphérique A, ovoïde C, et en



Fig. 68.

haltère D. Ceux qui sont sur la limite ont des mouvements très étendus.

2° *Cymbælla affinis* (fig. 69) (Déterminée par P. Petit). Carapace bivalve droite d'un côté, renflée de l'autre au milieu, amincie aux deux extrémités.

3° *Diatomée*. Carapace bivalve, ovale, la supérieure échancrée à une de ses extrémités; aucune ligne longitudinale ou transversale. Couleur généralement verte ou brune.



Fig. 69. Fig. 70

4° *Epoethemia argus* (Déterminée par P. Petit). Forme de croissant à extrémité tronquée: bivalve; à raies transversales et orifice; les raies assez espacées sont groupées par deux.

5° *Algues monocellulaires* (fig. 64) dont le cercle intérieur est coloré en vert ou en brun; pas de divisions intérieures; assez fréquentes.

6° *Zoospore* (fig. 70) en repos et présentant de petits cercles intérieurs dont quelques-uns sont colorés.

II. — *Eau du Chagres filtrée par un filtre en pierre du pays*.

1° *Bactériums punctum et termo*, en moins grand nombre que dans l'eau précédente, mais cependant faciles à trouver dans les plaques de dépôt (fig. 68 A et D).

2° *Monade hyaline* (fig. 71). Ovale, sans cil ni appendice, se mouvant directement dans le sens du grand diamètre.



Fig. 71.

3° *Protée diffluent* (fig. 55), second état de développement des protéés diffluents. Tous possèdent un ou deux espaces rosés, et sur deux, on voit une certaine portion beaucoup moins colorée, dépourvue de granulations. Cet élément encore immobile est susceptible des déformations amiboïdes. Ils modifient leur forme assez rapidement pour qu'on puisse suivre les modifications. De plus, ils condensent par moments sur un point de leur surface les granulations qu'ils contiennent, l'autre n'étant plus indiqué alors que par une teinte grise. Tous possèdent des cellules contractiles; mais vu leurs mouvements constants, elles ne sont pas toujours apparentes.

III. — *Eau du Chagres filtrée par le filtre de la Compagnie*. — Elle est limpide; pas de dépôt; pas d'odeur;

pas d'infusoire; à peine quelques débris de silice et de charbon.

EAU DE LA RIVIÈRE SAINT-LOUIS (22 novembre 1882).

Marie-Galante. — Eau limpide, claire, sans odeur, et bonne au goût; pas de dépôt.

1° *Cellules de champignons sphériques et ovales* (fig. 72 et 73), incolores; isolées ou réunies en chapelet; immobiles.



Fig. 72.



Fig. 73

RIVIÈRE DE LA GOYAVE. (Examen fait le 24 novembre 1882.)

Cette eau, laissée en bouteille depuis quelques jours, a formé un dépôt. Elle est agitée; puis une partie est versée dans un vase à expérience, et c'est le dépôt formé au fond de ce vase qui est examiné.

Ce dépôt, outre les débris minéraux qui ne font pas effervescence avec les acides, contient :

1° *Des bactériums termo et triloculaires* (fig. 63 et 68), en grande quantité et quelques chaînettes (fig. 68 F).



Fig. 74.

2° *Des bactéridies*, bâtonnets presque transparents et immobiles (fig. 54 et 74).

3° *Des éléments de leptothrix* à septa rapprochés en très grand nombre (fig. 75, ocul. 3, obj. 5).



Fig. 75.



Fig. 76.

5° *Des algues monocellulaires, synéchococcacées* (fig. 76), dont quelques-unes en voie de segmentation.

RIVIÈRE DE BOURG. (Analyse faite le 25 novembre 1882.)

Cette eau prise au village de la Pointe-Noire contient :

1° *Granulations, monas termo et triloculaires* (fig. 63 et 68).

2° *Éléments incolores et immobiles. Algues monocellulaires* (fig. 76).

3° *Bactérium chaînette* (fig. 68 F).

4° *Spores d'algues* plus ou moins avancées (fig. 70, 51, 55).

RIVIÈRE AUX HERBES (Basse-Terre). — Cette rivière alimente une grande partie de la ville de la Basse-Terre. Son eau contient :

1° *Monade ciliée*, isolée et en voie de segmentation.



Fig. 77.



Fig. 78.



Fig. 79.



Fig. 80.

2° *Amibes diffuentes* (fig. 54 et 55).

3° *Vorticelle libre*.

4° *Astæsia acuminata*, mouvement de rotation et de déplacement (fig. 77).

5° *Spores d'algues* (fig. 51, 70, etc.).

6° *Eremosphæna viridis* (Déterminée par P. Petit) (fig. 78).

7° *Champignon* (fig. 79).

8° *Anabæna* (fig. 128).

9° *Leptothrix* à segments trois fois plus longs que larges.

10° *Cymbella affinis* (Brebisson) (Déterminée par P. Petit) (fig. 69).

11° *Navicula viridis* (Déterminée par Petit) (fig. 80.)

12° *Nitzschia sigmoïde* (Déterminée par P. Petit) (fig. 81).

13° *Amides* se déplaçant et se déformant très rapidement (fig. 82, A et B).

Outre ces êtres organisés appartenant déjà à un ordre élevé, on trouve dans ces eaux de nombreuses monades (fig. 58, 58, 59), et surtout des micrococcus et des bactéries.

EAUX DES PUIITS. — L'étude des eaux de puits m'a occasionné une nouvelle surprise. On eût pu croire, en effet, que ces

eaux que l'on considère facilement comme croupissantes devaient être le réceptacle d'une foule de microgermes s'y développant



Fig. 81.



A.



B

Fig. 82.

tout à leur aise. Or il n'en est rien et leur analyse m'a prouvé que ces eaux sont moins chargées en infiniment petits que certaines eaux courantes que nous considérons comme beaucoup plus pures. Il m'a fallu répéter les examens comparatifs un certain nombre de fois pour m'en convaincre. Mais le fait ne me paraît plus présenter de doute aujourd'hui. Les eaux de puits avec celles de citerne sont celles qui comme quantité et degré de développement des micro-organismes doivent être considérées comme les moins riches. Ce fait, qui ne manque pas de surprendre tout d'abord, me paraît devoir être expliqué par la quantité d'air beaucoup plus restreinte avec laquelle ces eaux sont en contact. Dans une citerne, dans un puits, l'air est rarement renouvelé et les eaux ne reçoivent que les germes des infiniment petits que contient

cette quantité d'air. Pour les eaux exposées à l'air libre, au contraire, l'air qui les couvre est constamment renouvelé et chaque nouvelle quantité qui vient les effleurer peut leur en fournir quelques-uns, et ainsi s'explique que ces eaux soient en somme rapidement plus riches.

Si cette explication se trouvait vérifiée par les faits, il faudrait donc admettre que ce ne serait pas en renouvelant l'air que nous purifierions les eaux, mais au contraire que c'est ainsi que nous les contaminerions le plus. Pour donner à l'eau le plus de garantie possible, il faudrait la mettre en contact avec le moins d'air possible et ne le renouveler que le plus rarement. L'eau ne serait donc qu'un terrain de culture, que la richesse en matières organiques disposerait plus ou moins à la fertilisation, mais dont la fertilité réelle dépendrait d'une manière exclusive de la pureté de l'air mis à son contact. J'incline for-

tement vers cette opinion, qui me paraît être, du reste, tout à fait conforme aux idées qui de plus en plus inspirent l'hygiène et la pratique chirurgicale.

La plupart des eaux de puits que j'ai examinées proviennent de la Pointe-à-Pitre. Les résultats ont été les suivants :

1° *Bacterium punctum*, *termo*, triloculaire et en chaînette (fig. 63 et 68).

2° *Bacillus* (fig. 54 et 74).

3° *Micrococcus* (fig. 62 et 86).

4° *Spores d'algues* (fig. 31, 70 et 89).

CHAPITRE X

AIR SALUBRE.

L'analyse de l'air salubre a été faite sur deux points différents de la colonie : à la Basse-Terre et à la Pointe-à-Pitre. A la Basse-Terre, les expériences ont eu lieu pendant le jour et au deuxième étage de la maison que j'habitais, dans un vaste appartement fermé seulement par des persiennes, et en employant des procédés divers.

Six expériences ont été faites successivement : trois avec du coton, une avec du fulmi-coton, une par le procédé du barbotage et une par la méthode de la condensation. A la Pointe-à-Pitre, au contraire, seule, cette méthode a été employée; mais l'expérience a eu lieu de nuit, de 1 heure à 6 heures du matin. C'est donc en tout sept analyses de l'air salubre. Je vais les reproduire telles que je les ai rédigées après chacune d'elles.

Méthode du déplacement. Voie sèche. Coton.

Première expérience. — Elle est faite dans mon cabinet de travail, le 22 décembre 1882. Cet appartement est exposé au nord-est et reçoit l'air qui a traversé une grande partie de la ville, notamment une toiture en zinc assez vaste, qui se trouve au niveau de mes fenêtres.

La méthode employée est celle du déplacement, et l'expérience faite avec l'appareil déjà décrit (Voyez la technique) et

du tube coudé (fig. 21), près de l'ouverture d'entrée duquel je place un disque de coton *peu tassé*, d'un centimètre environ.

L'expérience a duré trois heures, et 20 litres d'air ont passé à travers le coton qui est étudié le même jour. Mais avant, pour me mettre à l'abri de toute erreur, j'ai examiné comparative ment le coton ayant fourni celui qui a été mis dans le tube, et l'eau distillée bouillie dont je devais humecter le coton d'expérience pendant l'examen microscopique. Or, dans ces deux séries de recherches, j'ai trouvé l'eau et le coton absolument exempts de tout infiniment petit.

Dans le coton de l'expérience, au contraire, j'ai trouvé quelques rares bactériums punctum et certains corps que j'ai figurés. Ce sont d'abord quelques corps circulaires et ovales vides, représentant des chroococcacées desséchées, que j'ai reconnues plus tard vivre en grand nombre sur la toiture qui est près de la fenêtre sur laquelle j'ai fait l'expérience, et ensuite ces mêmes algues monocellulaires (fig. 83). (Voir étude des toitures.)

Deuxième expérience. — Le 25, je renouvelle la même expérience. Le coton est toujours *peu tassé*, et j'ouvre assez le robinet R (fig. 20), pour que le courant d'air soit rapide. Je fais passer ainsi 40 litres d'air.

Comme précédemment, le tube qui contient le coton a 6 millimètres de calibre intérieur. Le coton d'expérience, examiné le 24, contient :

1° Des bactériums termo et punctum (fig. 68 A et D). -

2° Quelques algues monocellulaires, ovales et circulaires, isolées (fig. 76).

3° Une diatomée de plus grande dimension, triangulaire, à bords arrondis (fig. 82).

Tricératium, diatomée de la mer, d'après P. Petit.

4° Des chroococcacées en voie de division (fig. 44 et 76).

L'eau qui a servi à humecter le coton et un échantillon du coton qui a fourni celui de l'expérience ont été examinés sans résultat.



Fig. 83.



Fig. 84.

Suite de la deuxième expérience. — Le même jour, 25 décembre, je commence l'expérience suivante. Je place dans trois verres de montre :

1° a, — des poussières ramassées sur ma table de travail,

b, — de l'eau de glace,

c, — et du coton propre.

2° a, — du coton qui a servi à mon expérience,

b, — et de l'eau de glace.

3° a, — du coton exempt d'infiniment petit,

b, — et de l'eau de glace.

Chacun de ces verres de montre est d'abord recouvert d'un autre plus grand, d'une couche de coton, et ensuite d'une cloche.

J'examine ces trois expériences le 5 janvier.

Dans la première expérience, je trouve :

1° Des bactériums punctum et termo (fig. 63 et 68 A, B, C, et D);

2° Des spores d'algues, immobiles, granulés; de dimensions différentes, et dont quelques-unes sont en voie de gemination (fig. 88);

3° Des amibes avant leur état de liberté, ayant comme toujours, dans cette période de leur existence, des mouvements de balancement (fig. 34);

4° Une monade (*monas guttula* sans cil ni flagellum (fig. 85) se déplaçant rapidement par des mouvements prompts de flexion latérale.

Dans la seconde existent :

1° Des bactériums punctum (fig. 55, 63 et 68);

2° Des bactériums termo (fig. 63, 2 et 68 D);

3° Des cellules de micrococcus, sphériques, incolores (fig. 86);

4° Des cellules d'un micrococcus, ovoïdes, violettes, se développant en plaque et non en chapelet (fig. 72);



Fig. 85.



Fig. 86.



Fig. 87.



Fig. 88.

5° Spores d'algues, immobiles, de petites dimensions (fig. 89);

6° Des amibes petites, à mouvements lents, mais libres. (fig. 35).

Enfin, dans la troisième, je trouve :

- 1° Des bactériums punctum (fig. 63, 1 et 68 A et B);
- 2° Des bactériums termo (fig. 63, 2 et 68 D);
- 3° Quelques cellules de champignon, sphériques et ovales, incolores (mêmes dimensions que les suivants, n'en différant que par la couleur (fig. 72 et 86);
- 4° Quelques cellules isolées d'un champignon violet, ovoïde, le même que dans l'expérience précédente (fig. 72);
- 5° Des spores immobiles, les mêmes également que précédemment. Ces dernières sont très rares (fig. 87).

Suite de la deuxième expérience. — Les mêmes expériences sont revues le 23 mars :

- 1° *Coton sec et propre et eau de glace;*
Mêmes éléments, mais relativement peu nombreux.
- 2° *Coton sur lequel ont passé 40 litres d'air et eau de glace;*
 - a, Bactériums punctum et termo (fig. 63, 1 et 2 et 68 A, B, C et D);
 - b, Cellules de champignons, à contour net, ovales et contenant une partie plus claire. Ces champignons sont nombreux, mais toujours isolés;
 - c, Les spores et les amibes sont peu nombreuses;
- 3° *Coton propre mélangé à de la poussière prise sur ma table, et de l'eau de glace.*

On trouve :

- 1° Des bactéries punctum et termo (fig. 63 1 et 2 et 68 A, B, et D);
- 2° Des spores très nombreuses (fig. 87 et 89);
- 3° Spores volumineuses dont une en voie de segmentation B;
L'intérieur de ces spores est constitué par des granulations qui sont douées d'un mouvement d'ensemble circulaire (*Clamydococcus pluvialis*, d'après Petit (fig. 78, A et B).
- 4° Algues monocellulaires à bords foncés, à centre clair ou brun (fig. 90); cyclotella;
- 5° Spores immobiles, peu foncées, dont une est en voie de germination (fig. 88);
- 6° Chroococcacées à double enveloppe, centre brun clair toujours libre (fig. 91, E, F, G);
- 7° Cellules de champignon, sphériques, bords violet foncé, centre incolore (fig. 86);

8° Clostérium (fig. 47) ; semble n'être qu'une carapace de cette algue ;

9° Éléments de leptothrix (fig. 54) ;



Fig. 89.



Fig. 90.



Fig. 91.



Fig. 92.

10° Monades ovales parfois très allongées (fig. 92) ; monas mica.

En résumé, on voit que c'est dans la première expérience que se trouvent le moins d'infiniment petits et les moins développés.

Dans la seconde expérience, dans laquelle c'est le coton ayant été traversé par 40 litres d'air qui a servi, les mêmes éléments sont de beaucoup plus nombreux, et de plus, on trouve déjà des amibes.

Dans la dernière enfin, on trouve les éléments vivants les plus nombreux, et leur présence est assez justifiée par l'addition de poussières que j'ai faite au coton. Outre les amibes, on trouve des spores nombreuses et même de véritables infusoires.

Troisième expérience. — *Fulmi-coton.* — Le 25 décembre, l'expérience est recommencée, mais je remplace le coton par du fulmi-coton sur lequel je fais passer 60 litres d'air. L'expérience commencée à huit heures du matin est terminée à quatre heures de l'après-midi.

Le fulmi-coton est alors retiré du tube, placé dans un verre de montre, dissous dans de l'éther, et cette solution sert à faire un certain nombre de préparations qui sont recouvertes immédiatement avec des lamelles. Or, quelque rapide qu'ait été l'examen, et quoique 60 litres d'air aient passé sur ce fulmi-coton, je n'ai trouvé aucun organisme assez bien conservé pour être facilement déterminé. Seules, les poussières de l'air, et surtout celles de nature minérales sont bien conservées. Je pense que la rétraction qui s'opère dans la masse de la solution lors de la dessiccation, fait subir aux êtres organisés des déformations qui les rendent méconnaissables. Or, cette dessiccation ne pouvant être évitée, car elle est déjà en partie faite avant l'encellulement, je pense que

ce procédé, excellent pour les recherches des corps non organisés, doit être rejeté pour celles des microgermes.

Quatrième expérience. — Le 28 décembre 1882, je recommence l'expérience avec le même appareil ; mais je reviens au coton, et cette fois il est plus tassé que dans les deux premières analyses. Enfin, je règle le robinet R (fig. 20) pour avoir un courant rapide qui fait passer 60 litres en trois heures.

Le coton a été examiné le 29, et comme précédemment, un échantillon du coton qui a fourni celui employé dans l'expérience et l'eau ont été examinés sans aucun résultat. Or, dans le coton employé, j'ai trouvé (fig. 95) d'abord de nombreuses cellules épithéliales pavimenteuses, quelques desmides, et de plus deux infusoires.



Fig. 95.



Fig. 94.



Fig. 95.

Ces deux infusoires sont mobiles ; le premier, flagellé (*Cyothomonas turbinata?*) (fig. 94¹), a des mouvements rapides de déplacement et en même temps d'oscillation, et le second, sphérique, a également des mouvements de déplacement, moins étendus, et, en même temps, ses déplacements se font en roulant.

En résumé, dans ces quatre expériences faites par le même procédé, j'ai fait passer :

Une fois 20 litres d'air ;

Deux fois 40 litres d'air ;

Une fois 60 litres d'air.

Deux fois le coton a été laissé assez lâche dans le tube et une fois il a été tassé fortement ; le fulmi-coton a été modérément tassé ; deux fois le courant a été rapide et deux fois ralenti ; trois fois j'ai employé le coton et une fois du fulmi-coton ; enfin, deux fois les tubes contenant le coton avaient 6 millimètres de calibre intérieur, et deux fois 4 millimètres seulement.

Chaque fois qu'une cause d'erreur s'est présentée, j'ai fait

¹ C'est par erreur que le flagellum n'a pas été dessiné.

mon possible pour l'éviter; les contre-épreuves, consistant dans l'examen préalable des eaux ou autres matières qui devaient servir aux expériences ont toujours été faites avec soin. Le temps réclamé par chacune de ces expériences a été de trois heures pour la première, de cinq heures pour la seconde, de six heures pour la troisième, et enfin de trois heures pour la quatrième.

Comme on le voit, les conditions de l'expérience ont été aussi variées que possible, et le temps n'a pas été épargné. Or, de ces expériences faites sur l'air sain que nous respirons tous les jours, je dois conclure :

1° Que dans cet air se trouvent toujours quelques bactériums termo et punctum : ce sont les éléments les plus communs ;

2° Qu'avec ces éléments, on trouve quelques desmédies, quelques autres algues monocellulaires d'un faible volume, enfin rarement quelques spores immobiles ou animées de mouvements ;

3° Un grand nombre de débris minéraux et végétaux ;

4° Que le passage d'une certaine quantité d'air sur le coton rend ce coton plus favorable au développement de certains organismes, et que dans ces conditions le coton acquiert des propriétés qui se rapprochent de celles des poussières ;

5° Que le petit nombre d'éléments, surtout en dehors des bactéries, que l'on trouve dans une des quantités d'air équivalentes à 20, 40 et 60 litres, doit les faire considérer comme rares.

6° Enfin, relativement à cette méthode de recueillir les infiniment petits, je crois pouvoir conclure qu'il est peu important de tasser le coton ou de le tenir lâche, mais qu'il est préférable d'employer des tubes larges et des courants rapides.

MÉTHODE DE LA CONDENSATION DE LA VAPEUR D'EAU. — Je n'ai fait par cette méthode que deux expériences : l'une, le 50 décembre 1882, à la Basse-Terre, et l'autre, le 18 janvier 1883, dans la cour de l'hôpital de la Pointe-à-Pitre.

Expérience faite à la Basse-Terre. — Un entonnoir en verre a été suspendu par sa partie supérieure, et placé en face d'une fenêtre par où arrivait un fort courant d'air. Dans cet entonnoir, j'ai placé un morceau de glace.

Quelques minutes ont suffi pour que la surface extérieure de l'entonnoir fût couverte d'une couche d'humidité, et peu après l'eau de condensation a donné des gouttes, et a pu être recueillie dans un verre. C'est cette eau qui a été examinée presque immédiatement.

Elle contenait :

- 1° Des bactériums punctum et termo (fig. 63, 2 et 68);
- 2° Des chroococcacées (fig. 64 et 91);
- 3° Des spores immobiles, dont quelques-unes en voie de segmentation (fig. 88 et 89);
- 4° Des bactéries chaînettes (fig. 68 F);
- 5° Des monades ayant les mouvements les plus rapides et des plus petites dimensions (fig. 92).

Cette même eau a été conservée jusqu'au 3 janvier, et, à cette époque, elle contenait une grande quantité de cellules de micrococcus incolores, dont les uns étaient sphériques et les autres ovales. Chacune de ces deux variétés comprenait quelques cellules en voie de gemmation.

Expérience faite dans la cour de l'hôpital de la Pointe-à-Pitre. — Elle a eu lieu le 18 janvier 1883, de 1 heure à 6 heures du matin. Pendant ces cinq heures, j'ai obtenu environ 50 grammes de liquide. Ce liquide examiné le 18 dans la journée et le 27 janvier contenait les éléments suivants :

- 1° Une diatomée ovale des plus simples;
- 2° Une algue monocellulaire à bord foncé cyclotella (fig. 90);
- 3° Une autre, de forme triangulaire (fig. 49);
- 4° Des monades de dimensions différentes, mais mobiles (*monas mica*) (fig. 92);
- 5° Des spores d'algues immobiles de petites dimensions (fig. 90 et 96);
- 6° Des réunions de desmédies (fig. 83);
- 7° Quelques bactéries isolées ou réunies en zooglea (fig. 74);
- 8° Quelques corpuscules bleus (fig. 95);
- 9° Quelques filaments de leptothrix (fig. 54 et 126).

MÉTHODE DE L'EAU DE LAVAGE. — L'appareil à déplacement employé a été le même que pour l'expérience du coton (fig. 20). A cet appareil a été ajouté un tube (fig. 22) fermé avec un bouchon à deux tubulures, dont une donnait passage à un tube en verre qui descendait jusqu'au fond et plongeait

dans de l'eau distillée, et dont l'autre restait de 8 centimètres au moins au-dessus du niveau de ce liquide. Ce dernier communiquait avec le tube (E, fig. 20).

L'air qui arrivait dans le vase M, traversait donc l'eau et y laissait les infiniment petits qu'il transportait avec lui.

C'est le 30 décembre 1882 que j'ai fait cette expérience, 20 litres ont passé dans l'eau, et c'est le 31 décembre que cette eau, qui était de l'eau distillée, filtrée et bouillie, a été examinée.

Je n'ai trouvé que des bactériums punctum et termo. Un échantillon de l'eau conservée depuis la veille et examinée en même temps n'en contenait pas.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES SUR L'ANALYSE DE L'AIR SAIN. — Ainsi, quelle qu'ait été la méthode employée, on peut dire que, d'une manière générale, le résultat a été le même.

Toutes ont décelé dans l'air la présence de bactéries (punctum et termo) et presque toutes, celle de quelques cellules de champignons. De plus, comme éléments plus rares, il faut citer des spores, des algues monocellulaires et enfin quelques rares infusoires de l'organisation la plus simple (*genre monade*).

Je ne parle ici, bien entendu, que des éléments ayant vie, car il faut bien se rappeler que de tous, les éléments de beaucoup les plus nombreux sont les débris minéraux et végétaux n'ayant aucune forme déterminée.

CHAPITRE XI

ÉTUDE DU SANG NORMAL DANS LES PAYS CHAUDS

Comme je l'ai dit en commençant, les recherches qu'a nécessitées l'étude du sang dans les pays chauds ont été longuement exposées dans un travail spécial publié par ce recueil, et c'est à ce travail que je renvoie ceux de mes lecteurs qui voudraient étudier ce sujet avec tout le développement qu'il comporte. Je ne saurais, en effet, le reproduire ici sans faire un double emploi.

Cependant, comme l'étude du sang est un complément nécessaire de mes autres recherches préparatoires faites sur le terrain salubre, les eaux potables et l'air sain, je crois utile de donner un résumé de ces recherches en insistant surtout sur les

notions qui, d'une manière plus spéciale, ont trait à notre sujet. C'est donc en ayant en vue les observations que l'on pourra faire pour la recherche des infiniment petits du paludisme que ce résumé sera fait.

Quand on examine du sang normal, quel que soit le sujet qui l'ait fourni, et quelles que soient les conditions de santé ou de maladie dans lesquelles il se trouve, on peut toujours constater d'abord cinq éléments figurés différents : les *hématies*, les *leucocytes*, les *hématoblastes*, les *granulations graisseuses* et les *granulations pigmentaires*, et de plus, au fond de la préparation de fines stries qui souvent rayonnent d'un point central, et qui s'entre-croisent de manière à constituer un réseau ou feutrage plus ou moins serré. Ces stries sont constituées par des *filaments de fibrine*, et les points centraux par d'autres dépôts de fibrine d'après Ranvier, et par des *hématoblastes* d'après Hayem.

Tels sont les divers éléments que l'on rencontre dans toute préparation. Mais, il faut de plus qu'on le sache, le nombre de ces éléments, leurs formes, leurs dimensions, sont sujets à de telles variations, que le même sang examiné à quelques heures, ou même à quelques minutes d'intervalle, peut présenter les aspects les plus différents. Or, beaucoup de ces aspects étant normaux, il faut que l'on soit familiarisé avec eux pour ne pas considérer comme pathologique ce qui ne l'est nullement.

L'hématie qui est l'élément, de beaucoup le plus nombreux, est aussi celui qui se présente sous les formes les plus diverses. Mais aucune d'elles n'est particulière à une maladie ou à un état spécial quelconque de l'organisme. Elles ne sont que les modifications successives l'une de l'autre, et toutes dérivent de la forme normale qui est celle d'un disque biconcave.

Dans ce dernier état, l'hématie se présente sous deux aspects selon qu'il est vu à plat ou de champ. A plat, il a une forme circulaire et offre deux aspects différents, selon que l'on met au point la dépression centrale, ou le renflement de la périphérie (fig. 96). Vu de champ, au contraire, il apparaît avec la forme d'une double gourde peu resserrée à sa partie moyenne. Ce sont déjà là

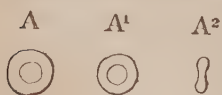


Fig. 96.

deux aspects bien différents, et même en ne tenant compte que de la position, on comprend qu'il puisse en prendre d'autres en-

tièrement dues aux positions intermédiaires. Mais de plus si l'on examine ces mêmes hématies pendant quelque temps, on ne tarde pas à voir leur forme se modifier, et l'aspect de la préparation changer d'une manière complète. Une étude attentive m'a fait reconnaître ce fait important que ces modifications se commandent l'une l'autre, et que par conséquent en voyant un de ces éléments, on peut dire par quelles formes antérieures il a passé, et de plus quelle est celle qu'il va prendre en quittant celle qu'il a.

Ces changements de forme s'effectuant graduellement et d'une manière insensible, on doit comprendre combien elles sont nombreuses. Souvent les différences seront même impossibles à décrire. Cependant, au milieu de ces formes diverses, j'ai tenté d'en prendre quelques-unes comme types, et pour faciliter le langage, je leur ai donné un nom qui autant que possible les rappellât. La figure ci-dessous représente ces formes types, et les noms que j'ai donnés à chacune d'elles sont les suivants : A, *Etat normal, discoïde biconcave* ; B, *déformation de la dépression centrale* ; C, *forme en calotte* ; D, *forme étalée* ; E, *état amibiforme* ; F, *état muriforme* ; G, *état crénelé* ; H, *état lisse* (fig. 97).



Fig. 97.

C'est donc en tout huit formes que présente le même élément sans compter celles qui résultent de positions différentes dans lesquelles on le voit, de face ou de champ. Et cependant, je crois devoir y revenir, cette nomenclature est loin d'être complète, puisque entre chacune de ces formes, on pourrait en trouver d'intermédiaires.

Leurs dimensions, sans leur imprimer des différences aussi tranchées, peuvent également faire varier leur aspect. Les diamètres des hématies, tout en restant normaux, peuvent varier du double. On a ainsi d'une part les *globules géants* d'Hayem, et les *microcytes* de quelques-uns ; les *globules nains* d'Hayem, ou, ce que j'aime mieux, les *globules jeunes*.

On voit donc déjà quelle variété d'aspect peut présenter une préparation de sang en ne tenant compte que des formes diverses affectées par les hématies.

Mais cet élément n'est pas le seul qui contribue à cette diversité d'aspect. A côté des modifications de forme et de dimension subies par les hématies, il faut placer celles présentées par les leucocytes. Or, pour ces éléments, quand on observe dans les pays chauds, les modifications sont autrement grandes et importantes.

Le leucocyte, tel que nous le connaissons dans les pays froids, ou même tempérés, est un élément qui semble peu mériter notre attention. Il se présente sous la forme d'un corps sphérique, de couleur grise, assez pâle pour trancher fort peu sur le fond de la préparation, de dimensions un peu supérieures aux hématies, et surtout complètement immobile. Au point de vue de l'aspect des préparations, il ne joue donc qu'un rôle tout à fait secondaire, tant que la température reste dans les environs de 20 degrés ou au-dessous ; ces variétés d'aspect ne peuvent donc venir, en effet, que de son volume qui, parfois, peut être inférieur à celui des hématies au lieu de lui être supérieur, ou bien de la couleur de son stroma qui peut être plus

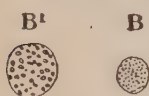


Fig. 98.

ou moins chargé de granulations (fig. 98). Ce sont là les seules modifications qui puissent donner à cet élément une certaine variété d'aspect. Mais ces modifications, il faut l'avouer, sont bien peu importantes à côté de celles que nous réserve l'examen dans les pays chauds.

Dès que la température dépasse 25 degrés, et à plus forte raison à partir de 30 degrés, le leucocyte devient méconnaissable. Ce n'est plus ce disque gris, aux formes uniformément régulières et sans mouvement que nous aurons sous les yeux. Le champ du microscope s'est animé sous l'influence de la chaleur ; le leucocyte est devenu un amibe des plus actifs, se déformant, se déplaçant, et présentant en un mot tous les caractères de l'animalité. Il jouit d'une vie propre et indépendante. J'avoue que ce ne fut pas pour moi un des moindres sujets de surprise et d'admiration, quand pour la première fois j'assistai à ce spectacle. Certes, je savais que les globules blancs présentaient des mouvements amibiformes, mais je ne pensais pas que jamais ces mouvements pussent acquérir cette activité, et imprimer à cet élément des aspects aussi éloignés les uns des autres.

C'est un des sujets qui ont le plus captivé mon attention lors

de mon séjour à la Guyane, et que j'ai étudié avec le plus de soin et d'intérêt pendant mon second séjour colonial aux Antilles. Je crois en avoir été récompensé. J'ai pu établir, en effet, par des examens d'un même élément, qui n'ont pas duré moins de six heures parfois, et cela sans une seconde de répit, que toutes ces formes diverses appartiennent bien au même élément (et vraiment on serait tenté tout d'abord de croire le contraire); ensuite qu'elles se retrouvent, quoique avec des degrés de fréquence divers, à l'état normal comme à l'état pathologique; enfin qu'elles représentent les diverses phases par lesquelles passe tout leucocyte, et qu'elles ne sont ainsi que les divers états d'une évolution toujours la même et forcée. Le leucocyte a donc une vie propre; il a, comme tout représentant de l'animalité, une évolution complète; et sans avoir pu saisir comment il naît, j'ai pu savoir comment il se développait; j'ai pu le voir accomplir ses premières déformations sur place; assister à ses premiers essais de déplacement, puis le suivre dans toute la période d'activité de son âge adulte, si je puis ainsi dire; enfin, qu'on me permette de continuer la figure, le voir vieillir, lutter contre la mort, et comme tout ce qui a vie, subir son inexorable loi.

Ce sont là des faits, il me semble, qui, jusque-là, n'avaient pas été mis en lumière d'une manière aussi nette, et si grâce à la platine chauffante les mouvements sarcodiques des leucocytes étaient connus depuis longtemps, je ne crois pas que leur évolution dans le sang ait été suivie d'une manière aussi complète et aussi précise.

J'ai figuré ici par quelles formes il passe successivement. A l'état le plus rapproché de sa formation, et tel qu'on le voit parfois dans le sang, le leucocyte est beaucoup plus petit que les hématies; il est si pâle que ce n'est qu'avec peine qu'on le



Fig. 99.

distingue sur le fond de la préparation; il ne contient en ce moment aucune granulation et enfin il est complètement immobile (fig. 99). Il grandit sur place, et quelques rares

granulations le pénètrent (fig. 100 A), mais pendant longtemps il reste sans mouvement. Combien de temps dure cette période de son existence? Je n'ai pu le savoir. J'en ai laissé sous le microscope pendant des journées entières sans que j'aie

pu saisir le moindre mouvement. Je pense donc qu'il faut lui accorder plusieurs jours. Puis les premiers mouvements sur place apparaissent, d'abord lents, puis de plus en plus accentués et des plus actifs dans les quelques instants qui précèdent



Fig. 100.

son premier déplacement. Je donne à cette période une durée approximative de 36 heures. Dès lors, ses mouvements s'accroissent. Il les accomplit en se déformant de mille manières, et rien ne saurait, au premier aspect, faire distinguer un leucocyte d'une amibe. Bientôt les granulations pigmentaires augmentent (fig. 100 B, C et D et fig. 12 A et B; puis, fait important, des *espaces roses*, dont j'ignore encore et la nature et la signification, apparaissent dans leur intérieur; c'est là la période de sa plus grande activité. On peut le comparer à l'état adulte (fig. 100 E et fig. 14). On voit que ses mouvements s'accomplissent avec vigueur; ils ont lieu, du reste, la nuit comme le jour. L'espace parcouru dans une minute est égal à leur dimension propre, dimension qui quelquefois dépasse deux et trois fois celui des hématies. Est-il nécessaire de dire qu'en ce moment il a perdu sa forme sphérique? il est au contraire étalé et ne se déplace qu'en rampant. Puis ses mouvements diminuent, les granulations l'envahissent de plus en plus, les espaces roses disparaissent ou mieux sont masqués par les granulations; le leucocyte redevient

immobile, n'ayant plus que des mouvements sur place (fig. 100 G et fig. 15); enfin, ces derniers s'arrêtent eux-mêmes, et après quelque temps d'immobilité leur membrane se brise et ses granulations s'échappent en présentant des oscillations browniennes les plus actives. Quant aux espaces roses, on peut assez souvent les retrouver soit dans l'espace compris par la membrane d'enveloppe du leucocyte, soit non loin d'elle, sous forme de petites taches circulaires isolées ou réunies ensemble. Elles conservent leur couleur rose clair, ou quelquefois quand elles sont de dimensions un peu plus grandes (car leurs dimensions varient beaucoup), elles affectent une couleur qui

rappelle celle des hématies, mais avec une nuance plus claire.

De même que pour les hématies, j'ai donné à ces différents états des leucocytes des noms spéciaux qui permettent de les désigner. Ces noms sont les suivants :

Forme 1. Immobiles et sans pigment : 1° A, pâles et immobiles ; 2° B, pâles avec des mouvements sur place ou amiboïdes.

Forme 2. Mobiles et pigmentés : 3° C, se déplaçant et sans pigment ; 4° D, amibes pigmentées se déplaçant et contenant des granulations ; 5° E, amibes pigmentées, se déplaçant et ayant en plus des espaces roses.

Forme 3. Immobiles et pigmentés : 6° F, très pigmentés et peu mobiles ; 7° G, très pigmentés et immobiles, mais les granulations se déplaçant ; 8° H, pigmentés et étalés ; 9° I, déchirés et vides de ses granulations.

On peut voir par ce qui précède quelle diversité d'aspect cette variabilité de formes du leucocyte peut à elle seule donner à une préparation. Or, nous l'avons vu, elle n'est pas la seule. On pourra s'en rendre compte si, à toutes ces formes des leucocytes nous joignons celles que j'ai décrites pour les hématies. Et cependant ces éléments ne sont pas les seuls. A la diversité d'aspect due aux globules rouges et blancs, il faut joindre celle due aux autres éléments.

Leur influence, il est vrai, est loin d'être aussi marquée. Les *hématoblastes* (fig. 101) ne varient que de nombre et de volume. Nombreux dans certaines affections, et particulièrement pendant les convalescences, ils diminuent de nombre au fur et à mesure que l'état de santé se confirme. Leur accroissement suit celui des leucocytes, comme si ces deux phénomènes dépendaient l'un de l'autre ; la disparition des leucocytes entraîne l'apparition des *hématoblastes*. Quant aux variations dans le volume, elles n'ont lieu que dans des limites assez peu étendues. Le volume des *hématoblastes*, en effet, ne dépasse pas celui des hématies, et a toujours un diamètre au moins égal à la moitié du leur. Enfin vu leur peu de consistance, ils se déforment facilement, subissent toutes les influences que leur imposent soit le contact des autres éléments plus résistants qu'eux, hématies et leucocytes, soit même les courants que l'évaporation produit dans le plasma sanguin.

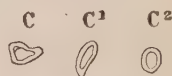


Fig. 101.

Le volume des *granulations graisseuses* (fig. 102) est inférieur à celui des trois éléments précédents. Elles sont presque transparentes, affectent le plus souvent une forme circulaire, et paraissent être des sphères un peu

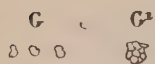


Fig. 102.

aplaties sous l'influence de leur propre pesanteur. Leur diamètre varie du dixième au cinquième de celui des hématies; leur déformation, vu ces dimensions mêmes, est peu appréciable. Ce qui varie le plus pour cet élément figuré, c'est le nombre. Les granulations graisseuses m'ont paru surtout abondantes dans les maladies graves, telles que les accès pernicieux et la fièvre jaune qui s'accompagnent d'une grande consommation de globules rouges. Dans certains cas, cette fréquence est frappante, et donne au fond de la préparation un aspect spécial. Ces granulations peuvent même parfois s'accoler aux hématies, ce qui leur donne un aspect qui rappelle assez bien celui d'une cellule en voie de gemmation. Lorsqu'elles sont très nombreuses, le sang paraît comme décoloré et offre l'apparence d'un liquide huileux.

C'est aussi dans les mêmes conditions qu'augmente la fréquence des *granulations pigmentaires* (fig. 103). Celles-ci



Fig. 103.

sont toujours d'un diamètre encore inférieur à celui des granulations graisseuses, mais elles en diffèrent surtout par leur couleur qui est noire ou rouge foncé. Ces granulations sont presque toujours pleines; quelquefois, cependant, elles semblent être constituées réellement par des sphères creuses. N'est-ce pas là un jeu de lumière?

Ces granulations existent soit dans les leucocytes, soit à l'état de liberté. Je ne les ai jamais vues dans l'intérieur des hématies. Dans les quelques cas où cette pénétration semblait avoir eu lieu, j'ai toujours pu me convaincre que la granulation n'était qu'accolée, ou bien que c'était une dépression ou toute autre disposition de l'hématie qui était prise pour une granulation.

Assez rares à l'état normal, leur nombre, je l'ai dit, augmente beaucoup dans les affections graves entraînant une grande perte de leucocytes. Il semblerait donc que l'apparition d'un plus grand nombre de granulations dans le sérum sanguin ne fût due qu'à la mise en liberté de ces granulations après

a destruction des leucocytes. Enfin, le *réseau de fibrine* peut être plus ou moins riche et plus ou moins apparent. Cette richesse coïncide surtout avec les phlegmasies.

Tels sont les divers états sous lesquels on peut rencontrer chacun de ces éléments. Leur énumération doit donc faire comprendre sous combien d'aspects différents peuvent se présenter les préparations.

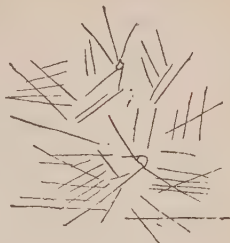


Fig. 104.

Je ne saurais donc trop le redire, il est indispensable d'être familiarisé avec toutes ces formes pour pouvoir toujours les reconnaître, et ne pas les considérer comme caractéristique d'un état morbide quelconque. A ce point de vue, je pense donc que cette description ne sera pas sans utilité. En ce qui me concerne, l'étude préalable que j'ai faite du sang normal m'a évité, je dois le dire, bien des erreurs. Je suis convaincu que plusieurs fois j'aurais été tenté de considérer comme caractéristique de certaines affections des formes qui n'avaient rien de spécial par elles-mêmes et qui leur étaient communes avec l'état normal. Les jeunes observateurs qui auront à faire des recherches d'hématoscopie dans les pays chauds feront bien de ne pas l'oublier. Quelque habitude qu'ils aient d'examiner le sang normal dans les pays tempérés, il faudra qu'ils recommencent leur éducation dans les pays chauds avant d'aborder l'étude des états pathologiques. Ils ne donneront une garantie sérieuse à leurs travaux qu'à cette condition.

CHAPITRE XII

EAUX ET VASES DES MARAIS

Mes recherches ont porté sur cinq marais les plus insalubres de la Guadeloupe et sur un marais inoffensif. Je vais donner l'analyse faite séparément pour chacun d'eux, en commençant par le Val-Canard qui, vu son innocuité, doit nous

servir d'intermédiaire puisque nous trouvons réunies chez lui les conditions d'un milieu salubre et celles du marais.

Marais du Val-Canard.

Ce marais, compris dans la commune de Gourbeyre, est situé à une altitude de 300 mètres environ. La route qui conduit de ce village à celui des Trois-Rivières le côtoie dans toute son étendue. On peut le considérer comme ayant une forme ovale dont le grand axe aurait un kilomètre environ et le petit 300 mètres seulement.

Il est constitué par une dépression de terrain encaissée de toute part, sauf sur un point, par des montagnes dont la hauteur atteint 500 et 600 mètres. Son fond, de nature argileuse, est complètement imperméable, et la couche d'eau qui le couvre ne dépasse en aucun point une profondeur de deux mètres. La partie qui suit la route est à peine submergée et formée par un pâturage toujours fangeux et partant difficilement abordable. Au contraire, sur la rive opposée, il existe une nappe d'eau constante et qui, quelle que soit la saison, se maintient à la même hauteur. Autrefois, de grands arbres vivaient dans ce marais, mais à la suite d'un ouragan, la plupart sont morts, et seuls, aujourd'hui, leurs troncs, portant encore quelques branches du reste dépouillées de tout feuillage, ont résisté au temps.

Seules, les eaux pluviales alimentent ce marais. Elles y arrivent par les versants des hauteurs qui l'entourent et pourraient dans la saison des pluies atteindre une profondeur considérable, sans une issue qui permet à l'eau de s'écouler au fur et à mesure qu'elle y arrive en trop grande abondance. Or, la quantité d'eau provenant des pluies étant toujours plus considérable que celle qui disparaît par l'évaporation, il en résulte que l'eau se maintient d'une manière constante au niveau de cette issue.

C'est à cette constance de niveau que j'attribue l'innocuité de ce marais. Quant à cette innocuité elle-même, j'en ai acquis la conviction en visitant les habitants qui vivaient sur les bords et dont aucun, même après plusieurs années de séjour, n'était atteint par la fièvre intermittente. Or, on ne saurait

faire intervenir la direction des vents, car des habitations existent à ses deux extrémités, et pas plus celles d'un côté que celles de l'autre ne subissent l'influence du paludisme. Je ne crois pas non plus que l'on puisse invoquer l'influence de l'altitude. On sait, en effet, que l'altitude n'agit qu'en modifiant la température ; or, la température de cette région est plus que suffisante pour le développement du miasme fébrigène. En aucune saison, elle ne descend au-dessous de 25 degrés et atteint souvent 30 degrés. Je ne vois donc, je le répète, que la constance du niveau de l'eau, réduisant au minimum, ou peut-être même supprimant la zone que j'ai appelée dange-reuse, qui puisse expliquer que malgré ce marais¹, la région qui le contient soit devenue un lieu de convalescence.

Le Val-Canard, au point de vue de mes recherches, m'offrirait donc un nouvel intérêt. Aussi, ai-je étudié avec soin sa vase, son eau et son atmosphère. Le compte rendu de l'étude de cette dernière trouvera sa place plus loin.

Eau. — L'eau a été prise sur divers points et notamment sur le bord opposé à la route coloniale. Un premier échantillon a été puisé, l'eau étant reposée. Il est clair et ne forme pas de dépôt. Il ne contient que les éléments que j'ai trouvés dans les eaux potables, c'est-à-dire des bactérium punctum et termo (fig. 53, 63 et 68, A et D) ; des algues monocellulaires déjà reconnues (fig. 64, 76, 91) ; des amibes peu développées et sans cellule contractile (fig. 34) ; enfin, quelques rares infusoires, la plupart sans cil ni flagellum (fig. 38, 45 et 92).

D'autres échantillons ont été pris sur plusieurs points, mais après avoir agité le fond ; leur examen n'a fait reconnaître, outre les éléments précédents, que des débris végétaux et minéraux, ainsi que quelques carapaces de diatomées (fig. 23, 24, 80, etc.). Rien, par conséquent, ne permet de différencier les eaux de ce marais des eaux potables.

Vase. — Mais l'étude de la vase m'a révélé une fréquence plus considérable et une plus grande variété de diatomées.

¹ J'ai appris depuis quelques jours, par le Dr Lair, qui a exerceé pendant plusieurs années à Gourbeyre, que cette innocuité avait cessé, et qu'après l'avoir constatée pendant plusieurs années, il a vu les fièvres intermittentes apparaître pour la première fois dans les environs de Goubeyre en 1886. Il serait intéressant de savoir quelles sont les conditions nouvelles auxquelles on peut attribuer cette modification.

La composition de cette vase a été la suivante :

1° De nombreux débris minéraux, dont quelques-uns assez volumineux, mais ne faisant nullement effervescence avec les acides.

2° Des débris végétaux : fragments de radicules et filaments d'algues.

3° Des bactérium punctum en grand nombre, de forme sphérique (fig. 63 et 68, B) assez volumineux.

4° Quelques amibes à divers états de développement (fig. 34 et 35).

5° De très rares infusoires les plus simples, sans cil ni flagellum (les mêmes que dans l'eau, fig. 38, 45, 85 et 92).

6° De nombreuses carapaces d'algues monocellulaires sili-
ceuses, entières ou en fragments (fig. 43).

7° *Navicule* (carapace seulement) rectangulaire, petits côtés arrondis, assez largement rayée en travers ; quatre fois plus longue que large ; paraît se rapprocher de la *surirella campyla discens* (fig. 147) mais plus petite.

8° *Navicula* déterminée par P. Petit (carapace seulement) ; rectangulaire ; trois fois plus longue que large ; petits côtés arrondis légèrement et portant une ouverture ; grands côtés ayant un étranglement à la valve inférieure, correspondant à un renflement de la valve supérieure, lisse et sans orifice ; elle est moins rare, se rapproche de la *navicula viridis* (fig. 80).

9° *Nitzschia sygmoides*. (W. S. M.) déterminé par P. Petit (fig. 105). En conjugaison (carapace seulement). Elle est rare.

10° *Navicula cryptocephala*. Déterminée par P. Petit (carapace seulement) ovale, allongée avec un rétrécissement.

11° *Navicula nautica* (Ktz). Déterminée par P. Petit (fig. 106) (carapace seulement).



Fig. 105. Fig. 106. Fig. 107.

12° *Amphora acuticula* (Ktz). Déterminé par P. Petit (carapace seulement).

13° *Fragilaria construens* ? Déterminé par P. Petit (carapace seulement) (fig. 107).

14° *Nitzschia amphibia* (Grun). Déterminé par P. Petit (carapace seulement).

15° *La même* (Grun). Déterminée par P. Petit (carapace seulement), oblongue, allongée ; extrémités capitées ; la partie

moyenne renflée ; valves semblables, lisses, trois à quatre fois plus longue que large.

16° *Navicula ovalis* (W. S. M.). Déterminée par P. Petit. Vivante.

17° *Diatomée*. Vivante; chargée de chlorophylle ; presque ronde, lisse, présentant une ouverture à une de ses extrémités (fig. 108).



Fig. 108. Nous le voyons donc, les eaux et aussi la vase de ce marais ne diffèrent de la description que j'ai donnée des eaux potables que par la fréquence des diatomées. Quant aux autres micro-organismes, ils m'ont paru être les mêmes que ceux des eaux potables.

Marais de la Madeleine.

Le marais de la Madeleine est celui que, vu sa proximité, j'ai étudié avec le plus de soin. J'ai pu, grâce à cette proximité, examiner les échantillons fort peu de temps après les avoir pris, et renouveler mes recherches aussi souvent que je l'ai désiré.

Ce marais, je dois le dire, qui jouit d'une réputation d'insalubrité des mieux établies, ne couvre qu'un espace fort restreint. La rivière de Baillif, après avoir traversé la route qui conduit aux *Habitants*, coule pendant 50 mètres environ dans un lit rocailleux et encaissé, puis, au niveau de l'ancienne route, s'élargit considérablement et se jette dans une mare qui a 200 mètres de long sur 100 de large en moyenne. Cette mare est fermée du côté de la mer par une barre formée par la rencontre des deux courants du fleuve et de la mer, barre qui n'est en partie franchie que dans les grandes crues du fleuve ou par les mauvais temps.

En dehors de ces deux conditions, c'est la rivière qui l'alimente, et ce n'est que par l'évaporation et par filtration à travers le sable qu'elle perd ses eaux. Ses bords sont en partie à pic et en partie en pente douce ; presque tout autour sont des arbres dont les branches pendent dans l'eau. Quelques grandes herbes montent du fond et viennent sur certains points jusqu'à la surface ; mais sur d'autres, le fond du marais est à deux ou trois mètres de profondeur.

Les micro-organismes que j'ai observés soit dans la vase, soit dans l'eau de ce marais sont les suivants :

1° *Algue monocellulaire* (fig. 109) toujours libre et isolée, assez riche en chlorophylle verte, se reproduisant par division spontanée parfaite; ainsi que l'indiquent les numéros 1 et 3. Très commune sur les points des marais qui commencent à se dessécher. Constitue des couches vert foncé sur le sol.

2° *Algue monocellulaire* (fig. 110, A). Libre à double contour, vert foncé, riche en chlorophylle, ne constitue jamais de filaments. Mode de reproduction resté inconnu. Très fréquente dans les parties du marais qui viennent d'être abandonnées par l'eau et qui ont une couleur vert foncé. Rappelle assez bien la palmelle de Salisbury.

3° *Algue monocellulaire* (fig. 111). Toujours libre, en forme de larme; à double enveloppe; très riche en chlorophylle verte; sans mouvement; mode de reproduction reste inconnu. Très rare; existe dans les parties les plus humides du marais.

4° *Algue monocellulaire* (fig. 150). Cellule ovale et de grande dimension, à double contour; riche en chlorophylle verte, toujours isolée et sans mouvement; contenant parfois beaucoup de jeunes. Paraît être la même que fig. 110 plus développée. Se trouve surtout dans les flaques d'eau stagnante.



Fig. 109.

Fig. 110.

Fig. 111.

Fig. 112.

5° *Algue monocellulaire* (fig. 44), sans chlorophylle, cellule ovale, sans mouvement, présente une segmentation. Existe dans les flaques d'eau stagnante.

6° *Algue monocellulaire* (fig. 112). Cellules sphériques à doubles contours, brun clair. La figure représente le même élément à divers états de développement. Dans deux, il est dépourvu de chlorophylle, et dans les deux cellules qui sont accolées, au contraire, elle est abondante. Cette algue se trouve surtout dans les points du marais qui viennent d'être abandonnés par les eaux et qui ont une couleur vert foncé. Ces élé-

ments ne sont pas réunis en groupe comme ceux de la fig. 150.

7° *Algue monocellulaire* (fig. 113). Cellules sphériques réunies en groupe; couleur vert clair, un seul contour; sans mouvement. Existe surtout sur les points des marais abandonnés par les eaux et à peine humides.

8° *Algue monocellulaire* (fig. 114); sans division, vert-gris; existe surtout dans les flaques d'eau stagnante.

9° *Algue monocellulaire* (fig. 115), sans division, vert-gris; plus foncée que les précédentes et de plus petites dimensions; se trouve le plus souvent, comme celles ci-dessus, réunie en groupe. Existe surtout sur les points humides qui ont une couleur brun foncé.

10° *Algue monocellulaire* de grande dimension et sans division intérieure; très riche en chlorophylle verte; pas de mouvements, contours bien dessinés, semble n'être qu'un segment d'anabæna (fig. 132.)

11° *Diatomée* rectangulaire de très grandes dimensions; lisse, sans orifice, rectangulaire, très allongée; 6 à 7 fois plus longue que large, chlorophylle en grande quantité dans l'intérieur. Assez rare; se trouve dans les points encore humides, mais abandonnés par les eaux. Se rapproche du *Nitzschia affinis*.

12° *Fragilaria virescens* (Katfs) vue de côté. Déterminée par P. Petit. Une des moins fréquentes dans le marais.

13° *Gallionella varians*. Déterminée par P. Petit (fig. 116). Assez fréquente dans les lieux humides du marais.

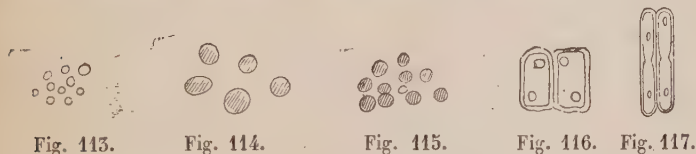


Fig. 113.

Fig. 114.

Fig. 115.

Fig. 116.

Fig. 117.

14° *Navicule* vue de côté. Déterminée par P. Petit (fig. 117). La figure 117 représente cette diatomée en état de conjugaison. Cette forme est assez fréquente. Elle existe surtout dans les endroits les plus humides.

15° *Diatoma grande* (W. Smith) (vue de côté). Déterminée par P. Petit. Lisse, rectangulaire, les deux valves ayant la même forme; de six à sept fois plus longue que large; légère-

ment étranglée aux deux extrémités; petits côtés arrondis. Deux taches jaune clair de chlorophylle. Très abondante sur les bords de l'eau et dans les parties humides du marais.

16° *Nitzschia amphibia* (Grun). Déterminée par P. Petit. Ovale allongé, une tache circulaire jaune foncé; entourée d'un dépôt de chlorophylle. Trois à quatre fois plus longue que large. Assez rare. Existe surtout dans les endroits qui commencent à se dessécher.

17° *Amphiprora alata* (Ktz). Déterminée par P. Petit (fig. 118). Forme très rare; trouvée dans la boue du marais.

18° *Synedra parva* (Ktz). Déterminée par P. Petit. Carapace lisse; ovale allongé; sans déformation. Valve supérieure dépassant régulièrement l'inférieure. Deux taches jaunes et quelques dépôts de chlorophylle. Une des formes les plus communes dans le marais. Quelques-unes sont un peu plus pointues et possèdent dans leur intérieur deux taches rectangulaires jaune foncé. D'autres sont plus petites et ne possèdent qu'une tache de chlorophylle au centre.

19° *Navicula dicephala* (Eh.). Déterminée par P. Petit. Assez fréquente dans les parties humides.



Fig. 118.



Fig. 119.



Fig. 120.



Fig. 121.

20° *Navicula quadricosta* (Eh.N.). *Fustalia appendiculata* (A.G.).

21° *Nitzschia Clausii*. Déterminée par P. Petit (fig. 123). Isolée; très fréquente dans ce marais. La figure 123 la représente en conjugaison.

22° *Navicula Trochus* (Eh.). Déterminée par P. Petit (fig. 120). Très rare; existe dans les endroits les plus humides.

23° *Bacillaria paradoxa* (Gmelin). Déterminée par P. Petit.

24° *Nitzschia affinis* (Gm.). Déterminée par P. Petit. Assez rare. Existe dans les endroits les plus humides du marais.

25° *Gomphonéma cristatum* (Rafles). Déterminée par P. Petit (fig. 121). Très rare. Existe dans les endroits les plus humides.

26° *Triblionella navicularis* (Rab). Déterminée par P. Petit (fig. 122).

27° *Triblionella kuntzschiana* (Grun). Déterminée par P. Petit. Rare. Existe dans les endroits humides du marais. Quelques sujets présentent des orifices marginaux et des raies transversales plus rapprochées.

28° *Nitzschia Clausii*. Déterminée par P. Petit (fig. 123). En état de conjugaison. Assez fréquente dans les endroits humides du marais.

29° *Nitzschia amphioxys* (W. Smith), vue de côté. Déterminée par P. Petit (fig. 124).

30° *Bacillaria paradoxa* (Gmel.). Déterminée par P. Petit (fig. 125). Lisse; à orifices sur les longs côtés; forme d'aiguille très allongée, deux extrémités semblables et légèrement tronquées, vingt ou trente fois plus long que large. Assez rare à la Madeleine. Existe cependant dans les points humides. J'en ai observé six accolées à côté l'une de l'autre et se mouvant de la manière la plus étrange. Au repos, elles paraissent simplement accolées et toutes au même niveau; mais quand elles voulaient se mouvoir, la plus extérieure d'un côté s'avancait et dépassait la voisine des neuf dixièmes sans jamais l'abandonner; la suivante l'imitait et ainsi des autres. Ce déplacement s'effectuait même souvent en même temps, puis elles revenaient toutes à leur point de départ, ou bien celle qui s'était déplacée la dernière rejoignait les autres et le même mouvement recommençait. Les six étaient de la même dimension.

31° *Nitzschia fasciculata* (vue de côté). Déterminée par P. Petit. Assez fréquente dans les endroits humides. Sa forme se rapproche beaucoup du *Nitzschia Clausii* (fig. 123).



Fig. 122.



Fig. 123.



Fig. 124.



Fig. 125.

32° *Navicula viridis* (Ktz) (vue de côté). Déterminée par P. Petit. Assez fréquente dans les endroits les plus humides.

33° *Navicula globiceps* (Greg). Déterminée par P. Petit. Elle est rare et n'existe que dans les endroits les plus humides.

34° *Cyclotella antiqua* (W. S. M.) (vue de côté). Déterminée par P. Petit (fig. 126). Isolées rarement, le plus souvent réunies deux à deux, parfois en chaînette; reproduction par division spontanée imparfaite; constituant alors un cylindre. Diamètre deux à trois fois supérieur à la hauteur. Fréquente dans le fond du marais qui contient aussi beaucoup de ses débris.

35° *Surirella crumena* (Brebisson). Déterminée par P. Petit (fig. 127). Formant des chaînettes par la division spontanée imparfaite. Se présente le plus souvent isolée ou au nombre de deux. Les dimensions diffèrent. Fréquente au fond du marais.

35° bis. *Gallionella nummuloïdes* (Gmelin-Ag). Déterminée par P. Petit (fig. 128). Isolée, quelquefois au nombre de deux; réunion de corps ovoïdes au centre. Rare; existe dans les parties humides du marais.



Fig. 126.



Fig. 127.



Fig. 128.



Fig. 129.



Fig. 130.

56° *Algue monocellulaire* (fig. 129) de forme carrée; libre ou réunies deux à deux; bivalve; valves semblables, supérieure plus grande, orifices nombreux à la circonférence et se touchant presque. Rare; existe dans les parties sèches et dans la vase du marais.



Fig. 131.

37° *Algue filamenteuse* oscillaire jaune clair; mouvement très lent; composée de cellules plus longues que larges à contours bien dessinés. Existe surtout sur le bord du marais.

58° *Oscillaria trachiformis*. Déterminée par P. Petit (fig. 131). Algue filamenteuse; filaments assez longs divisés par des septa bien marqués de couleur verte; l'intérieur des cellules est vert clair; léger mouvement oscillatoire. Fréquente sur les points du marais qui sont couverts d'herbes et qui viennent d'être abandonnés par les eaux.

39° *Algue filamenteuse* (fig. 189) composée de cellules plus longues que larges et allant en décroissant. La cellule mère donne naissance à une cellule fille des deux extrémités, et chacune d'elles d'un seul côté seulement. Les cellules augmentent de volume en même temps qu'elles se multiplient. Très généralement, ces algues sont composées de 5, 7 et 9 cellules qui vont en décroissant, et affectent la forme d'un croissant. Quand elles ont atteint un certain volume, chaque cellule a un double contour. Ces algues sont fréquentes sur les bords des marais et dans les grandes flaques.

40° *Anabæna*. Déterminée par P. Petit (fig. 132). Ne présentant jamais que quelques cellules ; le fond est gris et se trouve pénétré de points noirs ; pas de mouvements. Dans la figure, le volume des cellules va en diminuant, ce qui indique manifestement le mode de reproduction par gemmation.

41° *Oscillaria viridis* (fig. 133). Algue filamenteuse, manifestement composée par une série de cellules cylindriques réunies bout à bout. Le filament apparaît donc comme une tige renflée au niveau de chaque cellule ; mouvement d'ensemble lent, mais indiscutable, quand il ne se compose que de quelques éléments ; mouvement oscillatoire seul quand ils sont plus nombreux. Les éléments sont richement colorés par de la chlorophylle verte. Cette algue est commune dans tous les points du marais, aussi bien sur les bords que dans les points encore humides abandonnés par les eaux.



Fig. 132.



Fig. 133.



Fig. 134.



Fig. 135.

42° *Oscillaire jaune* (fig. 134). Algue filamenteuse composée de cellules presque sphériques de couleur jaune ; mouvement oscillatoire ; se trouve surtout dans les flaques d'eau stagnante du marais.

43° *Algue filamenteuse* (fig. 135), dont chaque cellule

donne naissance à deux autres. Couleur vert clair. La longueur de chaque cellule est trois fois supérieure à sa largeur. Assez fréquente sur les bords de l'eau et dans les endroits les plus humides.

44° *Bactérium punctum* (formes sphériques, fig. 68, A et B). Très fréquent dans toute cette eau, aussi bien dans la partie supérieure et liquide que dans le fond et la vase. S'agite comme par un mouvement brownien, mais de plus se déplace lentement. Ses dimensions sont différentes. Parmi ses éléments, les uns sont assez petits pour ne les voir que comme un point, même avec un grossissement de 800 (A); d'autres, au contraire, même avec un grossissement de 500, apparaissent d'une manière non douteuse, comme des circonférences dont l'intérieur est clair (B).

45° *Bactérium termo* (fig. 68, D). Très nombreux également dans toute la profondeur du flacon. Il existe, on peut le dire, partout où existe le précédent. Aussi, me paraît-il n'être qu'un de ses degrés plus avancé. Ce qui me le prouve, c'est que souvent on peut voir qu'une de ses cellules est plus petite, comme si elle était en voie de développement.

On peut également trouver ce bactérium composé de 5 cellules (fig. 68, E), et dans ce cas, il n'est pas rare d'en voir une des extrémités plus petites que les précédentes.

46° *Monade* très petite (fig. 156), moins fréquente que les précédents; se meut assez rapidement par des mouvements de flexion latérale, mais très prompts, qui leur donnent l'apparence de ceux des vibrioniens.

47° *Monade* semblant porter une carapace le plus souvent au milieu de sa longueur, mais quelquefois aussi sur le dernier tiers ou tout à fait à la fin. Son corps est très transparent et se distingue assez difficilement. Elle se meut par des mouvements de reptation latérale, mais peu rapides et se rapprochant de ceux du leptothrix.



Fig. 157.

48° *Spirilles* de dimensions variables (fig. 157), mais appartenant probablement à la même espèce; ils sont très nombreux. Ils apparaissent comme une ligne uniforme et leur grande mobilité rend leur étude difficile. Ces spirillums, très rares dans les premiers jours, sont devenus excessivement abondants

les jours suivants. Ils constituaient des amas considérables offrant à l'œil l'aspect le plus saisissant. C'est en vain que l'on aurait cherché à suivre leurs mouvements au milieu de leur enchevêtrement inextricable. Ils avaient augmenté de volume d'une manière sensible; leur tour de spire s'était accru, et ils offraient toutes les apparences du spirillum volutans. Dans un nouvel examen d'eau de marais fraîche, cet élément était très rare. Je suppose donc que de même que quelques autres éléments, les spirilles existent seulement dans l'eau croupissante des marais.

49° *Monade* sans cil, sans appendice et sans cellule contractile (fig. 138), existant en grand nombre, se multipliant par scissiparité. Elles progressent toujours par le même côté et en affectant des mouvements de balancement, mais non de torsion.

O

Fig. 138.

Avant de se séparer, les deux jeunes restent pendant longtemps unis l'un à l'autre par un filament que tous les deux tendent à briser par des mouvements faits en tous sens.

50° *Eléments de leptothrix*. On trouve dans cette eau deux variétés de leptothrix : l'une fine, délicate, très pâle, ayant des septa à peine apparents ou n'en ayant pas. Ceux que j'ai observés sont rarement mobiles et toujours libres. Leurs contours se colorent en violet par la teinture d'iode et deviennent si transparents dans la glycérine qu'ils sont difficiles à voir. L'autre, moins large et plus pâle, et de plus ayant des septa beaucoup plus espacés.

Ces éléments, rares le jour même où l'on a pris l'eau, apparaissent dans les jours suivants et disparaissent ensuite.

Les éléments suivants (fig. 139) appartiennent également à un leptothrix; mais ils sont plus larges, atteignent rarement la longueur des autres; ont moins de mouvement, et de plus leurs septa sont très apparents et plus rapprochés. Il pourrait même se faire qu'ils continssent des granulations dans leur intérieur. Tous n'en possèdent pas; mais pour quelques-uns, je reste dans le doute.



Fig. 139.

51° *Vibrion baguette* (Ehrenberg). Pas de mouvements de latéralité, pas d'article apparent dans l'eau. Mouvement dans le sens de la longueur modérément rapide. Couleur d'eau;

en nombre moindre que les deux précédents. Comme eux, ils sont très rares dans l'eau de marais au moment où on la recueille, mais ils apparaissent dès que cette eau conservée devient odorante. (Voy. la figure des leptothrix droits, fig. 170.)

52° *Vibrio linéola* (fig. 140). Peu fréquent dans l'eau de marais fraîche; augmente ensuite, puis disparaît; baguettes cylindriques flexibles se mouvant par des mouvements de latéralité; composé de segments apparents et un peu plus longs que larges; mouvements assez lents dans le sens de



Fig. 140.

la longueur. Se meut alternativement dans le sens des deux extrémités.

53° *Amibe*. Forme circulaire, immobile au moment de l'observation; corps ayant le même aspect, sauf les mouvements, que l'amibe fig. 141. Elle en diffère, en outre, par l'absence de cellules contractiles. Elle me paraît être son premier état de développement. Rare; existe dans les mêmes endroits.

54° *Amibe diffluite* (fig. 141). De grande dimension, se déplaçant assez rapidement par suite de ses déformations; granulations volumineuses et nombreuses; deux ou trois cellules contractiles, petites, de couleur rose. Assez rare; existe dans les parties les plus humides.



Fig. 141.

55° *Monade guttula* (fig. 85, 2). Monade sans cil ni appendice; forme ovale, se déplaçant assez rapidement; granulations nombreuses mais très fines, se déformant très peu. Existe dans les flaques d'eau dormante.

56° *La même*, mais plus développée (fig. 85, 1), moins foncée. Existe dans les flaques d'eau stagnante depuis quelques jours, et dans l'eau conservée dans les flacons après trois ou quatre jours. En ce moment, elle devient la forme la plus fréquente pendant quelques jours, puis elle disparaît.

57° *Monade flagellée*. Flagellum unique; corps ovoïde à petite extrémité rétrécie; granulations volumineuses et très foncées rendant l'animal très visible. Existe et apparaît dans les mêmes conditions que fig. 58.

58° *Infusoire cilié en couronne* (fig. 142). Couleur d'eau; granulations rares se déformant, mais ayant de la tendance à la forme ovale. Cils en couronne. Mouvement de déplacement

assez lent, manifestement volontaire; autre mouvement pour la préhension des aliments probablement, excessivement rapide et difficile à suivre.

59° *Callidine élégante*. Existe dans les lieux humides du marais. Grandes dimensions.



Fig. 142.

60° *Monade*, sans cil ni appendice; forme ovoïde (fig. 58); granulations fines, mais nombreuses; mouvements dans le sens de la grosse extrémité et par un mouvement hélicoïdal. Existe et se développe dans les mêmes conditions que la *monas guttula*.

61° *Monade*, sans cil ni appendice; extrêmement petite et sans granulations (fig. 59), se mouvant avec rapidité et sans changement de forme.

62° *Monade hyaline*, circulaire (fig. 71). Toujours libre, sans cil ni flagellum; pouvant se déformer, mais ayant une tendance à la forme circulaire. Quelques granulations fines à l'intérieur, se mouvant rapidement et directement sans mouvement de roulement.

63° *Monade*, couleur d'eau, sans granulation; contour bien marqué; sans cil ni flagellum; se déplaçant par un mouvement oscillatoire; excessivement fréquente dans l'eau fraîche du marais.

64° *Anguillule* (fig. 143). Corps allongé; extrémités céphalique et caudale se terminant un peu brusquement: la première par un orifice, et la seconde par une pointe aiguë. Intérieur un peu opaque sans qu'on puisse suivre aucun organe. Sans mouvement au moment où je l'ai observé. Assez rare; a été trouvée dans les parties humides du marais et déjà couvertes par la végétation.



Fig. 143.

65° *Monade flagellée* (fig. 144). Corps et flagellum très allongé; granulations volumineuses rendant l'animal très visible. Corps aplati. A représente l'animal vu de côté, et B, vu de face. Existe dans les eaux croupissantes et dans l'eau conservée depuis un mois.

66° *Monade flagellée*. Flagellum unique; forme en haricot; granulations assez fines, mais nombreuses; presque couleur d'eau, se mouvant rapidement; se trouve et se développe dans les mêmes conditions que le suivant.



Fig. 144.

67° *Monade flagellée*; sans cil; flagellum unique; corps en forme de larme; sans grands changements de forme; granulations nombreuses, mais fines.

Marais du Gozier.

Les recherches sur les marais du Gozier et de Fouillolo dont il me reste à parler, n'ont fait, je l'ai dit, que confirmer les résultats des analyses de celui de la Madeleine.

Dans le marais du Gozier, comme dans celui de Fouillolo, j'ai trouvé les mêmes formes de bactéries, les mêmes algues monocellulaires, les mêmes monades de l'organisation la plus simple, et enfin, fait qui caractérise réellement les eaux du marais, une variété et une fréquence considérables de diatomées vivantes et très développées. Les eaux potables peuvent en contenir, il est vrai, mais leur fréquence dans ces deux sortes d'eaux n'est pas comparable.

Beaucoup de diatomées existant dans ces deux marais ont déjà été décrites soit dans le marais du Val-Canard, soit dans celui de la Madeleine; aussi, ne ferai-je que les citer. Dans l'énumération qui va suivre, je vais rapporter à chacun de ces deux marais les espèces qui m'ayant paru relativement rares dans les précédentes, ont été au contraire trouvées plus fréquemment dans chacun d'eux. Il ne faut donc pas conclure de ce que certaines espèces sont citées dans un marais et non dans les autres, que cette espèce lui appartient d'une manière exclusive, mais seulement que c'est dans ce marais qu'elle est le plus fréquente. C'est ainsi que dans le marais du Gozier j'ai trouvé les diatomées suivantes, déjà décrites dans celui de la Madeleine :

1° *Navicula dicephala* (Eh) (fig. 119). 2° *Triblionella Hantzschiana* (Grun). 3° *Fragilaria virescens* (Ratfs). 4° *Nitzschia fasciculata* (Grun), voisine du *Nitzschia Clausii* (fig. 125). 5° *Navicula globiceps*. 6° *Diatomée grande* (W.

Smith). 7° *Synedra parva* (Ktz). 8° *Epithemia sorex* (Ktz). 9° *Gallionella nummuloïdes* (fig. 128). 10° *Cyclotella antiqua* (fig. 126). Mais, de plus, les micro-organismes suivants m'ont paru plus fréquents chez lui que dans les autres :

11° *Nitzschia communis* (Grun). Var. *albrenata*. Déterminée par P. Petit. Assez rare; existe dans la boue des ruisseaux.

12° *Nitzschia linearina* (W. S. M.). Déterminée par P. Petit. Assez rare; existe dans les eaux stagnantes du marais.

13° *Synedra delicatissima*. Déterminée par P. Petit (fig. 145). Assez rare.

14° *Epithemia Gibba* (Ktz). Déterminée par P. Petit (fig. 146). Se trouve dans l'eau des canaux du drainage.

15° *Cocconeis placentula* (Eh). Déterminée par P. Petit (fig. 147). Rare; se trouve dans la terre du marais.

16° *Surirella* ou *Campyladiscens* (Ktz). Déterminée par P. Petit (fig. 148). Assez rare; existe dans les canaux de drainage.

17° *Navicula hemiptera*. Déterminée par P. Petit. Existe au bord de l'eau.

18° *Synedra obtusa* (W. S. M.). Déterminée par P. Petit. Peu fré-

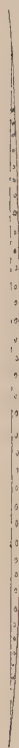


Fig. 145.

Fig. 146.

Fig. 147.

Fig. 148.

Fig. 149.

quente; existe dans l'eau des canaux de drainage.

19° *Forma minor du triblionella littoralis* (Grun). Déterminée par P. Petit. Assez commune dans les canaux de drainage et dans les flaques d'eau.

20° *Cocconeis heteroïdica*. Déterminée par P. Petit. (fig. 149). Elle est assez rare et ne se trouve que dans les flaques d'eau presque desséchées.

21° *Corps foncé* presque noir, ovoïde à double contour; déjà figuré dans les terrains salubres (fig. 25).

22° *Algues monocellulaires*. *Synechococcus*. Cellules très petites, à double enveloppe, vert clair, toujours libres et isolées (fig. 150).

23° *Une algue monocellulaire*. La même que fig. 140, mais circulaire; double enveloppe, non siliceuse, sans division intérieure; jaune clair. Existe en grand nombre sur la terre humide du marais. Un peu plus petite que fig. 162.

24° *Élément isolé d'anabæna* de grande dimension, riche en chlorophylle; double contour. Existe en grand nombre dans l'eau du canal de drainage (fig. 152).

25° *Filament incolore* (fig. 153), composé d'une manière manifeste par une série de cellules parfaites se reproduisant par gemmation aux extrémités. Peu fréquent; existe sur les bords de l'eau et surtout dans la terre des prés.

26° *Cellules de champignons*; sphériques (fig. 86 et 151); incolores; je n'en ai pas vu en voie de gemmation. Elles sont fréquentes à la surface de la terre humide.

27° *Éléments d'algues* (fig. 91); isolés, incolores et à doubles contours; ovales, assez rares.



Fig. 150.



Fig. 151.



Fig. 152.

28° *Cellule isolée*; incolore, ovale, plus petite que la précédente, contenant un point central; me paraît être le premier état de développement du précédent (fig. 64); assez rare.

29° *Bactérium punctum, termo et triloculaire*; en grand nombre (fig. 63 et 68).

30° *Algue filamenteuse*; vert clair (fig. 151). Assez fréquente dans les canaux de drainage qui entouraient la terre dans laquelle j'ai fait mes expériences.

31° *Algue filamenteuse* (fig. 152) sans trace de division; n'ayant pas de septa qui les divise d'une manière complète.

Couleur vert clair; filaments longs mais toujours isolés. Contenant dans leur intérieur des spores de couleur plus foncée. Parfois, elle est moins développée et jaune clair. Elle peut fournir des embranchements qui, au début, ne renferment pas de spores.

A côté, existent des corps légèrement colorés en jaune et en vert, qui sont manifestement des spores devenus libres.

52° *Monade* sans cil ni appendice (fig. 153); ovoïde, avec un retrécissement vers la petite extrémité. Ouverture au niveau de ce retrécissement; mouvements lents et en vrille; granulations fines et peu nombreuses; incolores. Assez rare; existe dans les eaux croupissantes du marais.

53° *Monade*, sans cil ni appendice, représentée fig. 59.

54° *Infusoire* sans cil ni appendice, forme d'S (fig. 41); se mouvant par un mouvement de vrille; granulations rares et fines. Fréquent dans les flaques croupissantes et odorantes.

55° *Infusoire flagellé*, déjà dessiné (fig. 59 et 40); plus pâle et plus large. Assez fréquent dans les eaux croupissantes et odorantes.

56° *Infusoire cilié* (fig. 154) dans toute sa circonférence; les cils sont longs, largement espacés et, sur quelques points, implantés obliquement au corps. Le corps est lui-même elliptique et assez riche en granulations. Déplacement assez lent, mais mouvements de cils très rapides. Fréquent dans les eaux croupissantes et odorantes.



Fig. 153.



Fig. 154.



Fig. 155.



Fig. 156.

57° *Infusoire* très peu mobile (fig. 155), contenant des corps étrangers volumineux dans son intérieur. Existe surtout dans l'eau dormante.

58° *Infusoire cilié en couronne*, déjà décrit (fig. 142); moins grand que ce dernier et contenant des granulations plus volumineuses. Existe dans l'eau dormante.

59° *Infusoire cilié sur toute sa surface* (fig. 156); cils rares et grands; forme ovale, se mouvant la grosse extrémité

la première ; presque transparent. Existe dans les flaques crouissantes.

Marais de Fouillole.

Pour ce marais, mes recherches ont porté :

1° *Sur la vase prise au bord de la langue de terre sur laquelle j'opérais.* (Voy. les analyses de l'air du marais de Fouillole.)

2° *Sur des feuilles d'herbes (graminées) cueillies près de l'emplacement où était l'appareil.*

3° *Sur la vase prise à l'endroit même où la mer vient toucher la route coloniale.*

4° *Sur le calcaire des mornes qui l'entourent.*

1° *Vase prise sur le bord du terrain noyé.*

Cette vase est noirâtre. Elle est presque entièrement composée par des débris minéraux et végétaux, ces derniers étant souvent assez peu altérés pour qu'on puisse reconnaître la forme des éléments, végétaux, cellules, trachées, etc. Les corpuscules minéraux sont composés de débris de silice en presque totalité et de quelques rares corpuscules de charbon. Ils ne contiennent pas, ou très peu, de carbonate de chaux. Les corps animés sont :

1° Une *desmidié* (fig. 44 et 157) en voie de dédoublement ; est rare (fig. 44), il en est de même de celle (fig. 156) qui se présente avec des couleurs foncées. L'une et l'autre, sont bien entendu, sans mouvement.



Fig. 157.

2° *Nitzschia perpusilla* (Bab). Déterminée par P. Petit. Nous l'avons trouvée presque toujours vivante.

3° *Nitzschia obtusa nana* (Grun). Déterminée par P. Petit. Se présente sous deux formes : l'une lisse, l'autre à raies groupées par deux. Elles sont également assez communes et presque toujours vivantes.

4° *Nitzschia amphibia* (Grun). Déterminée par P. Petit. Ovale, à extrémités mousses ; ni raie, ni orifice ; me paraît se rapprocher de la *Nitzschia perpusilla* ; plus fréquente qu'elle, comme elle, toujours vivante ; se rapproche aussi de la *Nitzschia Clausii* (fig. 123).

5° *Synedra affinis* (Ktz). Déterminée par P. Petit. Est rare ; elle a des mouvements assez vifs pour qu'il soit difficile de l'é-

tudier; se rapproche de la *Synedra delicatissima* (fig. 145).

6° *Diatomée*. Est également rare et douée de mouvement, ovale avec un rétrécissement à la partie moyenne; de grande dimension, vivante.

7° *Nitzschia stagnarum* (Cabens). Déterminé par P. Petit. Est également rare mais mobile (Voir les Terrains salubres) (fig. 23 et 158).

8° *Cymbella ventricosa* (Ag). Déterminée par P. Petit. Est plus rare que toutes les autres, et de plus sans mouvement.

9° *Foraminifères* (fig. 159), n'est que la carapace d'un de ces infiniment petits. On la trouve assez souvent dans cette vase, mais je n'ai pas trouvé l'animal vivant.



Fig. 158.



Fig. 159.



Fig. 160.



Fig. 161.



Fig. 162.

10° (fig. 160). Est, au contraire, plus rare, mais vivant. La partie granulée qui occupe le centre contient un espace rose et est entourée d'une large bordure complètement hyaline, dont les bords peuvent se relever soit partiellement, soit en totalité, ce qui lui donne les aspects les plus divers.

11° *Gallionella varians* (Ag). Déterminée par P. Petit (fig. 116). Est complètement opaque surtout quand la carapace contient la matière vivante. Elle n'a qu'un mouvement d'oscillation excessivement faible. Elle est commune.

12° *Algue monocellulaire* (fig. 161). Est plus rare, et de plus on ne trouve parfois que la carapace. Elle est vivante.

13° *Algue monocellulaire* (fig. 162). Rare.

14° *Amibes*. Elles sont très rares et diffuantes (fig. 54 et 55).

15° *Infusoires flagellés*. Il en est de même des infusoires flagellés (fig. 144).

16° *Infusoire flagellé*. Plus pâle et moins allongé que le précédent. Il est doué d'un mouvement très prompt suivant l'axe du flagellum, et sans grand mouvement oscillatoire.

17° *Bactérium punctum*, de forme sphérique, rare; les autres le sont encore davantage (fig. 68, A et D).

2° *Feuilles de graminées prises dans le marais de Fouillole, à côté de l'appareil à condensation.*

Ces feuilles ont été lavées dans de l'eau distillée le 29 janvier, et c'est cette eau de lavage qui a été examinée au microscope.

Cette eau ne contient que quelques algues tout à fait inférieures. Quelques desmidiées et des agglomérations assez nombreuses et assez volumineuses de matière colorante (fig. 95).

3° *Vase de Fouillole prise au point où le marais vient toucher la route coloniale.*

Cette vase est gris foncé étant humide et, au contraire, gris très clair étant sèche. Dans ce dernier état, elle acquiert une certaine consistance.

Contrairement à la précédente, elle est composée presque en totalité par du calcaire divisé en petits fragments qui rappellent exactement ceux qui composent le calcaire constituant les mornes de la Grande-Terre. La silice n'y figure que rarement, et le charbon plus rarement encore. On trouve également quelques débris végétaux, mais beaucoup plus rares que précédemment.

Cette vase ne contient que quelques bactéries sphériques.

4° *Echantillons de calcaire pris sur la route coloniale du Gozier, au sortir de la ville de Pointe-à-Pitre, au pied d'un morne situé du côté gauche.*

Sa couleur est blanc grisâtre et sa consistance assez compacte pour conserver sa forme. Il s'émiette cependant sous les doigts au moindre effort.

Il est manifestement composé de débris de coquilles dont quelques-unes ont jusqu'à un centimètre de largeur. La plupart sont beaucoup plus petites, mais cependant visibles à l'œil nu. D'autres, qui servent à remplir les vides existant entre ces dernières, n'ont que des dimensions microscopiques.

Cet échantillon fait une vive effervescence avec les acides sulfurique et azotique. Il se dissout presque en totalité dans ces acides. Le léger résidu qui reste au fond du verre est composé par quelques rares débris de silice, et surtout par des carapaces siliceuses.

CHAPITRE XIII

AIR DES MARAIS

Marais du Val-Canard.

L'atmosphère de ce marais a été examinée dans la nuit du 11 au 12 janvier 1883.

Arrivé sur le bord du marais à 8 heures, je disposai les divers appareils vers 8 heures et demie, et ce n'est que vers les 4 heures du matin que l'expérience a été terminée. C'est sur le bord du marais opposé à la route coloniale que j'ai opéré.

Les procédés employés sont :

1° Avec l'appareil à déplacement, le procédé du barbotage et du coton.

2° Celui de condensation.

3° Celui des plaques glycélinées.

I. Le premier procédé a donné lieu à deux examens :

EAU DE LAVAGE. — Examen fait le 12 janvier à 9 heures du matin.

A. Eau reposée. — Couche superficielle. — 1° Quelques *bactériums punctum et termo*, mais très rares. Il faut parcourir plusieurs champs du microscope pour en trouver (fig. 68 et 163, A et D).

2° De nombreux corps excessivement petits, transparents, probablement d'origine minérale (fig. 164).

3° Quelques corps beaucoup plus rares, colorés en rouge ou en bleu intense. Pas de mouvement (fig. 95).

B. Après agitation. — 1° Encore moins de bactéries que précédemment.

2° Corpuscules transparents plus nombreux (fig. 164).

3° Corpuscules minéraux plus volumineux.

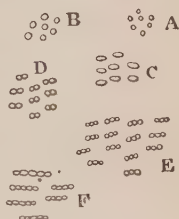


Fig. 163.

4° Probablement une carapace se présentant sous la forme circulaire ou irrégulièrement triangulaire (fig. 177).



Fig. 164.

C. *Fond et dépôt.* — Examen fait à 3 heures de l'après-midi.

1° Les bactéries sont plus nombreuses. On trouve même quelques rares triloculaires (fig. 163, E).

2° Corpuscules transparents moins nombreux (fig. 164).

3° Corpuscules minéraux plus nombreux et plus volumineux.

4° Quelques éléments d'une algue monocellulaire rougeâtre.

PROCÉDÉ DU COTON. — Examen fait le 15 janvier 1885.

A. Le coton est humecté avec quelques gouttes d'eau, et cette eau est ensuite examinée. On trouve :

1° Quelques rares bactéries (fig. 163, A).

2° Quelques cellules isolées de champignons (fig. 165).

3° Des débris minéraux et végétaux.

B. Des morceaux de ce coton sont étalés sur des lames de verre, et l'on trouve :

1° Des bactéries (fig. 163, A et C).

2° Des cellules du même champignon (fig. 165).

3° Une desmidie.

4° Des débris minéraux et végétaux.

II. LIQUIDE DE CONDENSATION PAR LA GLACE. — Examen fait le 12 à 3 heures du soir.

A. *Couches superficielles.* — *Liquide reposé.* — 1° Des bactéries en assez grand nombre : punctum, termo et triloculaires (fig. 163, A, B, D, E).

2° Des corpuscules minéraux et végétaux en assez grand nombre.

B. *Après agitation du liquide.* — 1° Mêmes éléments, mais en plus grand nombre, et corpuscules minéraux et végétaux plus volumineux.

2° Pas de nouveaux éléments.

C. *Dépôt.* — 1° Bactériums, surtout genre termo en grande quantité (fig. 163, D).

2° Cellules de champignons ovales et incolores (fig. 165), dont beaucoup en voie de reproduction. Quelques-uns sont libres dans le liquide. D'autres forment de petites aggloméra-

tions. Quelques-uns de ces éléments contiennent de petites granulations;

3° Quelques algues monocellulaires légèrement colorées en vert (fig. 109), mais plus claires et plus petites;

4° *Cyclotella Kutzingiana* (Thw.), d'après P. Petit (fig. 166);

5° Une algue à longs filaments (fig. 167) généralement unis, sans septa, mais présentant quelquefois sur son parcours ou à une de ses extrémités une division en sporules, et d'autres fois soit des cellules latérales, soit de véritables embranchements.



Fig. 165.



Fig. 166.



Fig. 167.



Fig. 168.

Quelques points de ces tubes, et surtout ceux qui sont divisés, contiennent des granulations;

6° Beaucoup de corps étrangers volumineux, minéraux et végétaux;

7° Des monades flagellées, de volumes variables, mais affectant la même forme ovale (fig. 168).

III. PLAQUES GLYCÉRINÉES — Examen fait à 4 heures du soir. Je trouve :

1° Des bacterium punctum foncés (fig. 163, A);

2° Des cellules de champignons, ovales, incolores (fig. 165);

3° Une algue se dédoublant; la même que celle figurée fig. 179, mais plus allongée;

4° Des algues monocellulaires (fig. 169), noir bleuâtre, dont quelques-unes très petites. La plupart sont isolées, et quelques-unes en petits amas de 7 ou 8.



Fig. 169.

Plaques glycinées, fournies par M. Monard¹ et exposées le matin.

Trois plaques placées vers 4 heures du matin et retirées

¹ Des plaques glycinées avaient été confiées à M. Monard, habitant sur les bords du marais, et qui a bien voulu se charger de les placer et de les enlever aux heures indiquées.

vers 7 heures, le 18 janvier, ont été examinées le 30 du même mois, sans que l'on ait pu constater la trace d'aucun infiniment petit. Il est à supposer, ou bien que l'atmosphère était très calme ce jour-là, ou bien que les plaques ont été placées à l'abri du vent.

Marais de la Madeleine.

L'air de ce marais a été analysé dans la nuit du 3 au 4 janvier. Le procédé du barbotage seul a été employé. La quantité d'eau distillée employée a été de 3 centimètres cubes. Presque au milieu du marais existe un terrain de nouvelle formation, ne tenant à la terre que par un isthme de quelques mètres. Cette terre est presque de niveau avec l'eau, de sorte qu'elle couvre ou découvre au moindre changement de niveau. Elle était en partie couverte le soir où l'expérience a été faite.

Arrivé à 8 heures du soir, c'est à 8 heures et demie que j'ai commencé à faire fonctionner l'appareil, et c'est seulement à minuit et demi que l'expérience a été suspendue. J'ai pu, dans ces quatre heures, faire passer 100 litres d'air.

Cette eau a été examinée dès le matin du 4 janvier, et les résultats ont été les suivants :

A. — *Dans les couches les plus superficielles, le liquide étant reposé.* — 1° Des corps irréguliers et très transparents et de nature minérale (fig. 164).

2° Des bacterium punctum ovales et à bord foncé (fig. 163, C).

B. — *Après avoir agité le liquide.* — 1° Les mêmes éléments minéraux que précédemment (fig. 164).

2° Des bactériums pâles et petits (fig. 163, A).

3° Des bactériums plus gros (fig. 163, B).

4° Des bactériums plus gros et ovales (fig. 163, C).

5° Des bactériums terminés et triloculaires (fig. 163, D, E).

6° Des cellules de micrococcus, ovales, incolores (fig. 163).

C. — *Dans les couches profondes, l'eau étant prise avec une pipette.*

1° Les éléments A, B, C, D, E précédents (fig. 163).

2° Et de plus des bactériums chainettes (fig. 163, F).

5° Des cellules de champignons ayant des granulations à leur intérieur (fig. 165).

4° Des desmidiées à centre rouge; ne différant de la figure 64 que par la couleur du centre.

5° Des desmidiées à centre bleu brillant, ne différant également de la figure 64 que par ce caractère.

D. — Après avoir laissé reposer le liquide, j'ai enlevé la partie supérieure, et j'ai examiné le fond qui, à l'œil nu, était manifestement le plus chargé de corpuscules étrangers. Or, j'ai trouvé :

1° Les éléments précédents et en grand nombre;

2° Des amas de bactériums punctum et termo, de couleur plus ou moins foncée (fig. 163);

3° Des micrococcus (fig. 165);

4° De véritables filaments de leptothrix sans septa (fig. 170, C);

5° Des amibes en voie de développement;

6° Enfin, comme dans les préparations précédentes, des débris minéraux et végétaux très nombreux.

E. — J'ai ensuite fait passer quelques gouttes de liquide dans le tube d'aspiration pour m'assurer que des infiniment petits n'étaient pas restés sur ses parois; et, en effet, c'est dans ce tube que j'ai trouvé les éléments figurés les plus nombreux.

Dans les quelques gouttes qui ont servi à laver ce tube existaient :

1° Des débris minéraux et végétaux. Ils constituaient, comme toujours, les corps étrangers les plus nombreux et les plus volumineux;

2° Des bactériums punctum, termo et triloculaire (fig. 163);

3° Des cyclotella, déterminée par P. Petit;

4° Une gallionella, vue de côté, déterminée par P. Petit;

5° Une algue monocellulaire semblable à celle de la figure 112, mais dont l'intérieur est rose;

6° Enfin, une diatomée très petite et ovale, *Navicula Atoma* (Grun) d'après Petit, ayant la dimension seulement d'un micrococcus.

F. — Enfin, dans le tube d'écoulement, j'avais placé un bouchon de fulmicoton qui, dans ma pensée, devait arrêter les



Fig. 170.

infinitement petits qui auraient échappé au lavage de l'air et qui, en même temps, devait m'indiquer la valeur du procédé que j'employais.

Le même jour, à 4 heures du soir, ce fulmicoton a été dissous dans l'éther, et la solution a été examinée au microscope.

J'ai pu ainsi m'assurer que ce fulmicoton contenait encore :

1° Une notable quantité de corpuscules végétaux et minéraux ;

2° Une gallionelle, vue de côté, d'après P. Petit.

Il me paraît donc démontré par cette expérience :

1° Que l'air de ce marais contient des bactéries en grand nombre : j'en ai trouvé dans toutes les préparations ;

2° Qu'il contient également des leptothrix, des cellules de champignons, quelques diatomées, dont la plupart excessivement petites ;

3° Que les plus volumineuses sont souvent arrêtées dans le tube d'aspiration ;

4° Qu'un certain nombre de corps étrangers de l'air peuvent traverser le liquide de lavage quand le courant d'air est assez intense et arriver dans le tube d'écoulement, ainsi que le prouvent les corps étrangers irréguliers et les corps animés que contenait le fulmicoton¹.

Marais de d'Arbousier.

Le quartier de d'Arbousier est situé à l'est de la Pointe-à-Pitre. Il est constitué par un immense marais qui arrive jusqu'aux premières maisons de la ville. Ce marais, comme tous ceux qui environnent la Pointe, est formé par des terres basses, noyées le plus souvent, soit par les eaux pluviales qui trouvent difficilement un écoulement, soit par l'eau de la mer qui arrive par infiltration au moment des grosses mers et des fortes marées. Il est traversé dans toute sa longueur par un chemin de

¹ Il semble tout d'abord difficile que les corps étrangers de l'air puissent traverser le liquide de lavage. Voici comment je l'explique. Lorsque le courant est fort, l'eau dans laquelle l'air a déposé les infinitement petits est projetée sur les parois du tube, et quelques-uns de ces corps étrangers y restent attachés. Or, c'est là que le courant d'air les reprend pour les conduire dans le tube d'écoulement. De là la nécessité de n'employer que des courants faibles.

fer qui, dans sa première partie, court presque directement de l'est à l'ouest. Ce chemin de fer a dû être construit sur un talus qui, sur certains points, s'élève à deux ou trois mètres au-dessus du niveau apparent du marais et à trois ou quatre mètres du niveau réel.

C'est sur ce talus que je m'engageai le soir du 16 janvier, et c'est à un kilomètre environ de son point de départ que je m'arrêtai pour faire mes expériences. Il était 9 heures environ quand je commençai. Le point qui fut choisi est celui où existe, sur le côté gauche du talus, une mare contenant de l'eau assez claire pour remplir l'appareil à déplacement.

Le temps était clair et calme à ce point que les bougies purent pendant toute l'expérience rester allumées à l'air libre.

Les expériences qui furent instituées dans cette soirée sont au nombre de quatre :

1° *L'expérience du barbotage dans l'eau distillée.*

2° *Comme contre-épreuve, le passage de l'air qui s'était lavé dans cette eau sur du fulmicoton.*

3° *Celle des plaques glycélinées.*

4° *Celle de la condensation de la vapeur d'eau dans la glace.*

Les expériences ont été terminées à 2 heures du matin.

I. *Première expérience.* — C'est l'appareil à déplacement qui m'a servi (fig. 20 et 22); 100 litres ont passé dans environ deux centimètres cubes d'eau.

Premier examen. — L'examen de cette, eau fait le 17 dans la matinée, me fit constater :

1° Des bactériums punctum et termo (forme sphérique) en assez grande quantité (fig. 163, A, B, D);

2° Des bactériums termo (sphériques);

3° Des bactériums triloculaires (sphériques) en quantité moindre (fig. 163, E);

4° Des algues monocellulaires dont quelques-unes en voie de segmentation (fig. 64 et 171);

5° Des cellules micrococcus incolores (fig. 73);



6° Des amibes en voie de développement (fig. 34, A, B, C);

Fig. 171.

7° Une monade sans cil ni flagellum, petite, incolore, ayant des mouvements de vibrions, rappelant la figure 155;

8° Une diatomée ovale à extrémité pointue des plus simples, *Navicula cryptocephala* (Ktz) d'après P. Petit.

Examen du tube d'aspiration. — Pendant la même séance, j'ai lavé le tube d'aspiration et j'ai trouvé :

1° Des bactéries punctum, termo, triloculaire; les deux premières ovales et en grande quantité, la troisième en quantité moindre (fig. 163, C);

2° Des spores de dimensions et de couleurs différentes, mais immobiles (fig. 89 et 172);

Le même liquide a été examiné le 22 et le 24. Le résultat a été le suivant :

Deuxième examen, 22 janvier.

1° Des bactéries ovales (les mêmes que précédemment; très nombreuses);

2° Quelques algues monocellulaires (fig. 171);

3° Des cellules de micrococcus ronds (fig. 86 et 173);

4° Quelques filaments de leptothrix droits et courts (fig. 170);

5° Des monades hyalines se déplaçant assez rapidement (fig. 71 et 174);



Fig. 172.



Fig. 173.



Fig. 174.



Fig. 175.



Fig. 176.

6° Des infusoires flagellés se déplaçant très rapidement dans le sens du flagellum (fig. 168).

Troisième examen, 24 janvier :

7° Des chroococcacées dont quelques-unes en voie de division (fig. 91 et 175);

8° *Mesocœna heptogona*, polycistis d'après P. Petit;

9° Spores d'algues (fig. 172, 2 et 3);

10° Des amibes en voie de développement (fig. 54, A et B);

11° Des cellules d'un micrococcus, sphériques (fig. 173);

12° Des spores d'algues, très nombreuses dans les amas de granulations, qui sont eux-mêmes assez nombreux. Ces spores sont immobiles et à contours très marqués (fig. 74 et 180);

13° Des corpuscules bleus en assez grand nombre (fig. 95);

14° Algue monocellulaire, de couleur brune (fig. 169);

15° Une carapace calcaire que j'ai rencontrée souvent dans mes recherches, et qui a toujours été vide, ce qui semblerait indiquer qu'elle n'existe plus vivante (fig. 177).

Deuxième examen. — Cette eau, conservée dans un flacon bouché, n'a aucune odeur et ne contient qu'un léger dépôt.



Fig. 177.

Dans ce dépôt, on trouve :

1° Des bactéries punctum et termo, sphériques, en petit nombre (fig. 163, A et D) ;

2° Des algues monocellulaires (chroococcacées), sphériques ou ovalaires, et ayant toujours un point central. Elles paraissent soit incolores, soit légèrement teintées en vert, et se trouvent presque toujours réunies en groupe (fig. 109) ;

3° Spores d'algues, immobiles, légèrement grises (fig. 172, 4) ;

4° Spores presque incolores et sans mouvement ; elles sont très nombreuses dans le liquide. Je n'en ai trouvé aucune plus développée que les autres (fig. 172), mais plus pâles ;

5° Autres spores plus volumineuses que les précédentes. C'est la même que celle trouvée dans le même liquide, le 24 janvier. Son contour est nettement dessiné et ses granulations très fines (fig. 176).

II. *Deuxième expérience.* — Le fulmicoton, placé dans le tube d'écoulement comme contre-épreuve, a été lavé dans de l'eau distillée, et cette dernière examinée au microscope.

L'examen n'a fait constater :

1° Que quelques bactéries sphériques (fig. 163, A et D),

2° Et quelques cellules de micrococcus ovales (fig. 165).

III. *Troisième expérience.* — Trois plaques glycélinées ont été placées à quelques centimètres du sol, la surface glycérinée étant en haut, et laissées dans cette position de 10 heures du soir à 2 heures du matin ; puis recouvertes en ce moment par des lamelles, et examinées le 16 et le 24 janvier 1883.

Les résultats sont les suivants :

1° Des cellules d'un micrococcus violet, ovales, de petite dimension (ne diffèrent de celles de la figure 165 que par leur couleur) ;

2° Des bactéries punctum et termo, sphériques (fig. 163, A et D) ;

3° Des bactéries chaînettes (fig. 163, F) ;

4° Des algues monocellulaires, et quelques-unes en voie de reproduction (fig. 108);

5° Des foraminifères ovales rappelant la figure 159;

6° Des cellules d'un micrococcus, ovales, incolores, en voie de segmentation (fig. 165);

7° Une algue de couleur brunâtre, en voie de multiplication (fig. 178);



Fig. 178.

8° Des cellules d'un champignon gris, ovales, de petites dimensions et accolées deux à deux (ne diffèrent de la figure 165 que par la couleur);

9° Une algue se divisant, pas de chlorophylle;



10° Spores d'algues (fig. 172);

11° Des concrétions de matière colorante bleue (fig. 95);

12° Des corpuscules de charbon (ce qui s'explique naturellement par l'usage de la voie sur laquelle j'observais).

IV. *Quatrième expérience.* — L'appareil à condensation employé est le même que dans les expériences précédentes.

Cette expérience, commencée à 10 heures du soir, a été terminée à 2 heures du matin. Elle a fourni environ 40 grammes d'eau de condensation.

Premier et deuxième examen. — Cette eau a été examinée le 17, c'est-à-dire dès le lendemain, et le 24 janvier.

Les résultats ont été les suivants :



Fig. 180.

1° Des zooglées nombreuses de bactéries, cylindriques (fig. 180);

2° Des éléments sphériques et immobiles contenus dans ces zooglées. La nature de ces éléments m'est restée inconnue (fig. 180);

3° Des chroococcacées (fig. 175);

4° Des spores d'algues immobiles (fig. 172, 5);

5° Des bactéries chainettes (fig. 163, F);

6° Des cellules de micrococcus, ovales, transparentes et de moyennes dimensions (fig. 165);

7° Des carapaces non déterminées (fig. 180);

8° Éléments contenus dans les zooglées; les mêmes que ceux

figurés (fig. 180), mais différant d'eux par un double contour (fig. 8, B);

9° Algues en voie de reproduction (fig. 182);

10° Quelques leptothrix, droits et courts (fig. 170);



Fig. 181.

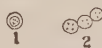


Fig. 182.

11° Spores, couleur foncée (fig. 48);

12° Des concrétions de matière colorante bleue, assez volumineuses (fig. 95);

13° Des concrétions de matière colorante rouge, également volumineuses (fig. 95);

14° Spore de sphorocroplea annulina;

15° Cellules d'un micrococcus transparent, sphériques et de moyennes dimensions (fig. 86 et 173).

Troisième examen, fait le 23 mars 1883 :

Cette eau, conservée dans un flacon bouché, est limpide et accuse une odeur terreuse. Elle ne contient qu'un léger dépôt qui, examiné après décantation, fait constater la présence :

1° De quelques bactériums punctum et termo, ovales, pâles, mais ayant les mouvements les plus actifs (fig. 163, C);

2° Quelques rares spores à l'état de repos et presque incolores (fig. 172);

3° Des cellules de champignons, sphériques ou ovales, incolores, existant en très grand nombre, et constituant des plaques assez larges de 15 et 20 cellules. Chacune de ces cellules contient un point central. C'est de beaucoup l'élément le plus fréquent; ne diffère de 173 que par un point central.

Marais du Gozier.

L'étude de ces marais a été faite dans la nuit du 17 au 18 janvier 1883, et a duré de 9 heures 1/2 du soir à 1 heure du matin. Le point que j'ai choisi est le marais de *Poucette*,

qui m'a été désigné comme étant l'un des plus malsains des environs de la Pointe-à-Pitre.

L'expérience a été faite dans un terrain bas, situé à droite de la route. Ce terrain est complètement détrempé, et cela malgré les nombreux canaux de drainage dont il est coupé.

Arrivé à 9 heures moins un quart sur place, ce n'est qu'à 9 heures 1/2 que j'ai pu commencer mes expériences. Pendant ces trois quarts d'heure, il y eut plusieurs grains qui, un instant, me firent douter de la possibilité de les continuer, et qui détrempèrent tellement le terrain qu'il devint très difficilement praticable. Cependant, à 9 heures 1/2, la pluie cessa, et j'ai pu mener à bonne fin les expériences suivantes :

1° *Le barbotage de 100 litres d'air dans 3 centimètres cubes d'eau distillée et bouillie.*

2° *L'exposition de plaques glycerinées.*

3° *La condensation de la vapeur d'eau.*

Enfin, au moment de mon départ, j'ai recueilli de la terre et de l'eau sur le bord d'un canal de drainage¹.

Première expérience. — Cette expérience a été faite avec l'appareil à déplacement (fig. 20 et 22) et d'après le procédé ordinaire. Le courant d'air a été rapide ; trois heures et demie ont suffi pour faire passer les 100 litres d'air.

Cette eau a été examinée dès le lendemain matin, 18 janvier, ensuite le 25 du même mois, et enfin le 26 mars.

Les résultats des deux premiers examens ont été les suivants :

1° Des bactériums punctum, termo et triloculaires en très grand nombre. Les deux premiers sont de forme sphérique et de petites dimensions (fig. 163, A, D et E);

2° Des algues monocellulaires de petites dimensions (fig. 64 et 171);

3° Des algues monocellulaires en voie de division (fig. 76 et 109);

4° Des bactéries chainettes allongées (les bactéries sont cylindriques, leur longueur étant trois fois supérieure à leur diamètre) (fig. 163, F);

5° Des amibes en voie de développement, mais d'un certain volume (fig. 34 et 183, C et D);

¹ Leur étude a été donnée avec celle de l'eau et de la vase des marais.

- 6° Des spores d'algues fréquents et immobiles (fig. 70);
 7° Des filaments d'une conferve (fig. 184);



Fig. 183.

8° Des plaques de zooglée composées par des bactéries cylindriques de même forme que celles que composent les bactéries chaînettes (fig. 74 et 180);

9° Des spores immobiles de diverses dimensions, mais qui paraissent avoir une nature identique, et ne diffèrent que par un développement plus ou moins avancé (fig. 172);

10° Des monades se déplaçant assez lentement et par des mouvements vibrioniens très rapides (sans cil ni flagellum); pourraient n'être que des *bacterium punctum* très développés;



Fig. 184.

11° Des monades ayant des mouvements vibrioniens, mais de plus se déplaçant très rapidement dans le sens de leur grand axe (sans cil ni flagellum) (fig. 185);

12° Des infusoires flagellés à mouvement rapide et se déplaçant dans le sens du flagellum (fig. 168);

13° Des infusoires non flagellés à déplacement rapide (monade hyaline) (fig. 71);

14° Des concrétions de matière colorante bleue (fig. 95);

15° Des carapaces de foraminifères circulaires et portant des divisions intérieures rappelant une surirelle (fig. 127).

Après avoir étudié l'eau qui avait servi à laver les 100 litres d'air, j'ai fait passer quelques gouttes de ce liquide dans le tube d'aspiration pour entraîner les corps étrangers qui auraient pu rester attachés à ses parois.

Le résultat de cet examen a été le suivant :

1° Des bactéries *punctum* et *termo*, sphériques et cylindriques (fig. 163, 74 et 180);

2° Des monades hyalines de dimensions diverses et déjà figurées, fig. 71;

3° Des cellules de micrococcus incolores, sphériques, de petites dimensions ; quelques-unes en voie de reproduction (fig. 86 et 173) ;

4° Des amibes en voie de développement (fig. 54 et 183, C, II) ;

5° Des filaments d'un leptothrix très développés, droits sans septa, de grandes dimensions (fig. 170).

Examen fait le 26 mars 1883. — Cette eau a été conservée dans un flacon fermé. Elle ne contient qu'un léger dépôt qui est constitué :

1° Par des spores immobiles à contour très net et légèrement gris à l'intérieur. De plus, ils contiennent souvent un véritable noyau plus foncé. Ils sont très fréquents dans le dépôt (fig. 87, A, et 186, A).

2° A' paraît en être un état plus avancé. Il possède manifestement deux enveloppes, dont une parfaitement circulaire et l'autre octogonale à facette convexe en dedans. Ses granulations intérieures sont en même temps moins fines ; A est un peu moins fréquent (fig. 87, A', et 186, A').

3° On trouve également une spore de dimensions plus petites et à contour moins net. Elle est également immobile et plus fréquente que les précédentes (fig. 89 et 172).

4° Il en est de même de la suivante, mais son centre est transparent et son contour plus net ; elle est moins fréquente (fig. 64 et 171).

5° Algue monocellulaire à double contour ; couleur peu foncée (fig. 85 et 185).

6° Monade hyaline ; se meut lentement ; très pâle (fig. 71 et 174).



Fig. 185.



Fig. 186.



Fig. 187.

7° Algues monocellulaires, brun foncé à double contour ; l'une d'elles est en voie de reproduction. Toutes contiennent une ou deux cellules intérieures que l'on ne saurait prendre pour un commencement de division (fig. 187).

8° Algues cellulaires, filamenteuses, ramifiées, incolores et fournissant des filaments très longs ; les cellules sont constam-

ment ovales, et ont une enveloppe tantôt simple, tantôt double (fragment de chætophora) (fig. 188).

9° Algue cellulaire filamenteuse. C'est le développement d'une algue que j'ai déjà trouvée souvent, et particulièrement sur les plaques glycinées du même marais (fig. 178).

Ses cellules sont, presque dès le début, très longues et ne font encore que s'allonger dans la suite. Elles deviennent alors cylindriques, et leurs septa ne se rencontrent qu'à de grandes distances.

Le développement de ces cellules n'a eu lieu que par un côté; les premières cellules sont généralement d'un brun plus ou moins foncé. Si elles sont presque incolores, les autres le sont complètement; elles ne contiennent aucune granulation à leur intérieur (probablement un fragment de chætophora).

10° Algues monocellulaires. Elles sont presque incolores et contiennent toutes un point central; elles sont presque toujours réunies par groupe de 5 ou 6 et quelquefois plus. Elles forment alors de véritables lames (fig. 83 et 150).

Deuxième expérience. — Trois lames, glycinées sur un côté et à leur partie moyenne seulement, ont été placées à quelques centimètres du sol, et, pendant l'expérience, plusieurs fois retournées.

L'examen de ces plaques, fait le 18 et le 26 janvier, a fait constater les éléments suivants :

1° Des algues monocellulaires (palmelles) vert clair, en nombre considérable, tantôt complètement monocellulaires, tantôt, au contraire, en voie de division (fig. 64 et 175);

2° Une algue de couleur grise et à bords foncés, à divers degrés de développement (champignon en voie de gemmation, d'après Henneguy, fig. 188);

3° Des spores d'algues granulés et complètement immobiles, (fig. 88 et 189);

4° Des éléments sphériques excessivement petits (fig. 113);

5° Palmelées rouges (même forme que 64 et 171);

6° Palmelées à centre gris et à bords rouges (même forme que 171, mais un peu plus grandes);

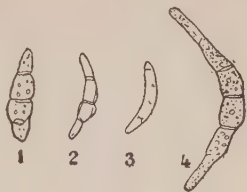


Fig. 188.



Fig. 189.

- 7° Palmelées brun-foncé ; forme ovale ;
- 8° Algue monocellulaire brun foncé, ayant un côté droit et l'autre convexe (forme à peu près triangulaire, fig. 49) ;
- 9° Algue en voie de développement et isolées ;
- 10° Cellules d'un micrococcus ovale et violet, de dimensions moyennes (fig. 165) ;
- 11° Carapace très fréquente dans les diverses expériences (fig. 177) ;
- 12° Diatomées ovales des plus simples.

III. Troisième expérience. — Eau de condensation.

Par le procédé ordinaire, j'ai obtenu, pendant les trois heures et demie qu'a duré l'expérience, environ 40 grammes de liquide. Ce liquide, examiné dès le lendemain matin et le 25 janvier, contenait les éléments suivants :

- 1° Quelques algues monocellulaires (fig. 91 et 171) ;
- 2° Des bactéries punctum, termo, sphériques et triloculaires en grand nombre, constituant souvent des zooglée et des bactériums chaînettes en nombre moindre (fig. 165) ;
- 3° Des éléments isolés d'oscillaires (fig. 65 et 182) ;
- 4° Des amibes fixes, pigmentées, et dont quelques-unes sont déjà munies de leurs cellules contractiles (fig. 34 et 185) ;
- 5° Des infusoires flagellés à cellules contractiles, mais peu mobiles, peut-être une spore (fig. 53 et 168) ;
- 6° Des monades hyalines (fig. 71 et 174) ;
- 7° Des spores granulées et immobiles (fig. 70 et 176) ;
- 8° Des concrétions de matière colorante bleue (fig. 95).

Examen fait le 28 mars 1883. — Cette eau, conservée dans un flacon, est limpide, sans odeur, et ne contient un dépôt que tout à fait au fond. Ce fond, isolé par décantation, est lui-même peu chargé. Il contient :

- 1° Quelques bactériums punctum et termo, sphériques (fig. 165, A et D) ;
- 2° Cellules de champignons, ovales, de dimensions moyennes, ayant toutes une ou plusieurs granulations dans leur intérieur (fig. 165) ;
- 3° Des algues monocellulaires (palmelle), à double enveloppe, incolores, et dont quelques-unes sont en voie de germination (fig. 83 et 150) ;
- 4° Des éléments immobiles à doubles contours, mais riches en granulations (fig. 87 et 186) et plus petits ;

5° Des granulations le plus souvent réunies en assez grand nombre et immobiles (*Monas pulvisculus*, de Fromentel);

6° Des bactériums chaînettes peu foncés et n'ayant que des mouvements browniens. Les éléments sont sphériques et de dimensions si petites qu'ils semblent n'être que des granulations placées bout à bout (fig. 163, F);

7° Des spores d'algues immobiles et très pâles, un peu plus grandes que le n° 1 de la figure 171;

8° Des bactériidies ou des fragments de leptothrix sans septa, rectilignes et de moyennes dimensions (fig. 74 et 170).

Marais de la Rivière-Salée

Les deux rives de la Rivière-Salée sont constituées par des marais couverts de mangliers dont les pieds baignent d'une manière constante dans la mer à laquelle viennent s'ajouter les eaux pluviales. Ces terres sont inabordables; il est absolument impossible de les traverser, quelque bonne volonté dont on soit doué. Aussi ai-je été obligé de faire mes expériences le long de la route coloniale qui réunit le passage de la gabarre au Petit-Bourg. C'est du côté de la Guadeloupe proprement dite, et à 500 mètres du passage de la gabarre, que j'ai commencé mes expériences. Mais elles ont été terminées sur deux points différents : le lavage de l'air, dans un bas-fond situé dans le marais du côté gauche de la route, et l'expérience de la condensation, sur un point symétrique du côté opposé.

Ces expériences ont été faites le 27 janvier, de 8 heures à 11 heures du matin. Elles ont compris :

1° *Le lavage de l'air dans l'eau distillée ;*

2° *Les plaques glycélinées ;*

3° *La condensation de la vapeur d'eau.*

Cette expérience, quoique faite de jour, et peut-être à cause de cela, a été une des plus pénibles. Il m'a fallu la ferme résolution de persévérer pour résister aux nuées de moustiques qui pendant trois heures m'ont assailli sans relâche.

Première expérience. — L'appareil à déplacement a d'abord été placé le long de la route; mais, le soleil devenant trop ardent, j'ai dû chercher un autre point, et c'est dans un bas-

fond situé à l'extrémité des mangliers que je l'ai disposé en second lieu.

De plus, l'appareil ayant reçu un choc, et une fuite s'étant produite, je n'ai pu faire passer que 30 litres d'air.

L'eau de lavage a été examinée le 19 et le 22 janvier. Dans cet examen, j'ai constaté :

1° Des bactériums punctum et termo, isolés et réunis en plaques (formes sphériques) (fig. 163, A et D);

2° Des amibes à divers états de développement (fig. 34, 35, 183 et 190);



Fig. 190.

3° Des cellules de micrococcus, ovales, de moyennes dimensions et présentant quelques fines granulations dans leur intérieur (fig. 165);

4° Des spores d'algues immobiles (fig. 70 et 172);

5° Des infusoires flagellés, se mouvant rapidement dans le sens du flagellum. Ce flagellum paraît être latéral (fig. 168);

6° Des algues monocellulaires de couleur brune.

Mesæcœna leptagona? Polycistis, d'après P. Petit, dont une en voie de gemmation.

II. *Deuxième expérience.* — Trois plaques glycélinées ont été placées sur un point du marais presque complètement couvert par l'eau, et contenant des végétaux en décomposition. La glycérine était au-dessus et les plaques sont restées pendant trois heures exposées.

L'examen en a été fait le même jour, et le 22 du même mois. Il a fait constater :



1° Des sarcines (fig. 191);

2° Des cellules d'un micrococcus sphériques et incolores (fig. 86 et 173);

3° Des chroococcacées isolées (palmelles) de couleur verte;

4° Des algues monocellulaires, brunes ou noires, à enveloppe siliceuse (fig. 169);

5° Des carapaces (fig. 177);

6° Des monades hyalines de dimensions très petites (fig. 71 et 174);

7° Des foraminifères ovales;

8° Des éléments d'oscillaires (fig. 135).

III. *Troisième expérience. Eau de condensation.* — L'appareil à condensation ordinaire, après avoir fonctionné pendant une heure environ sur le bord de la route coloniale, a été placé à droite du chemin, à la fin des mangliers, et sous le vent d'un terrain découvert ayant environ 200 mètres de long.

Environ 50 grammes de liquide ont été obtenus pendant la totalité de l'expérience, et ce liquide a été examiné le 17, le 19 et le 22 janvier. Les résultats de ces premiers examens sont les suivants :

1° Des anabæna isolées et réunies (fig. 132), mais cellules plus petites.

2° Des amibes en voie de développement (fig. 183, B, C, D).

3° Des cellules de micrococcus, sphériques et incolores (fig. 86 et 173).

4° Des monades ovales et contournées, se déplaçant en tournant rapidement sur elles-mêmes (fig. 135).

5° Des bactériums punctum et termo, sphériques, très rares (fig. 163, A et D).

6° Des infusoires flagellés ayant des cellules contractiles et se mouvant rapidement dans le sens du flagellum (fig. 192).

7° Des cellules de micrococcus ovales, allongées, incolores, séparées et réunies (fig. 165).

8° Enfin, infusoire flagellé, ovale, très allongé, se mouvant rapidement dans le sens du flagellum (fig. 144).



Fig. 192.

Conservée jusqu'au 23 mars, cette vapeur d'eau condensée se présente avec les caractères suivants :

Elle est limpide, possède une légère odeur de terre, et ne contient qu'un léger dépôt qui, isolé par décantation, fait constater :

1° Des cellules de micrococcus sphériques et incolores, les mêmes que fig. 165, en petit nombre.

2° Des bactériums termo et punctum, sphériques, très actifs (fig. 163, A et D).

3° Des fragments d'anabæna, à peine gris, se mouvant dans

le sens des petites cellules (fig. 132), mais à cellules plus petites et plus claires.

4° Des spores immobiles (fig. 31, A, et 89).

Marais de Fouillole.

Expérience faite dans la nuit du 19 au 20 janvier 1883.

Le marais de Fouillole se trouve à deux kilomètres dans le S. E. de la Pointe-à-Pitre, et n'est borné que par d'autres marais. Il comprend une vaste étendue de terres dont la plupart sont noyées par le mélange de l'eau de mer et des eaux pluviales. Sur certains points, il est couvert de palétuviers et de mangliers; sur d'autres, par des graminées formant une pelouse assez peu dense, et enfin sur le pourtour de ces deux sortes de terrains, par une bordure de vase d'une odeur repoussante, dans la composition de laquelle le sable entre en grande proportion.

On arrive à ce marais par la route coloniale du Gozier.

Le point que j'ai choisi pour faire l'expérience est situé à quelques centaines de mètres au delà de la baie de ce nom et sur un chemin de petite communication situé du côté gauche. Quand on suit ce sentier pendant deux cents mètres environ, on trouve une bande de terre qui, d'une part, longe un morne d'une trentaine de mètres de hauteur, et d'autre part est limité par un terrain fangeux, couvert de mangliers, et creusé en tous sens par les crabes. C'est sur cette bande de terre, en partie couverte par un léger gazon, que fut placé l'appareil à condensation. C'est la seule expérience que j'ai faite sur ce point.

Arrivé à 9 heures environ, ce ne fut que vers 10 heures que je pus commencer. De 9 à 10 heures, la pluie tomba abondamment, mais elle cessa ensuite, et je pus continuer l'expérience jusqu'à minuit.

Pendant les deux heures qu'a duré l'expérience, je fus dévoré par les moustiques. Le temps était assez clair pour me permettre de surveiller l'opération, et assez calme pour que les bougies aient pu rester allumées en plein air.

Pendant les deux heures qu'a fonctionné l'appareil, il a donné environ 30 grammes de liquide.

Cette eau, examinée dès le lendemain matin à 8 heures, contient manifestement quelques corps flottants. Ces corps

sont presque en totalité composés par des débris de silice (fig. 164). Mais de plus on trouve :

1° Des bactériums punctum et termo en très grand nombre, (formes sphériques) (fig. 163, A et D).

2° Des bactériums triloculaires (fig. 163, E).

3° Des bactéries-chainettes (fig. 163, F).

4° Des amas de granulations (fig. 195).

5° Des amibes (183, A et B).

6° Des algues monocellulaires excessivement petites (palmelles) (fig. 83 et 150).



Fig. 193.

7° Des diatomées ovales, lisses, et des plus simples.

Cette même eau de condensation examinée le 27 janvier donne le résultat suivant :

1° Les bactéries ont presque disparu à l'état libre dans le liquide. Elles semblent s'être réunies en plaques (zooglée) ; elles ont conservé leur forme sphérique au centre, et sont plutôt cylindriques à la périphérie (fig. 163, A, C, D, et 189).

2° On y trouve même quelques filaments de leptothrix (fig. 170).

3° Au milieu de ces plaques existent des éléments relativement volumineux, granulés, ayant quelques mouvements sur place (spores probablement, fig. 32).

4° Spores en nombre beaucoup plus grand, complètement immobiles et granuleuses (fig. 31, A).

5° Des spores sphériques, immobiles, gris pâle (fig. 115).

6° Des amibes en voie de développement sur place, et manifestement retenues par un filet adhérent (fig. 183, G, H).

7° D'autres amibes mobiles sur place, mais moins que les précédentes, et à divers états de développement (fig. 183, A et B).

8° Des éléments ayant l'aspect des amibes, mais se déplaçant rapidement et sans grand changement de forme. Ils contiennent tous dans leur protoplasma une cellule contractile très apparente (fig. 194).

9° Une monade flagellée se mouvant rapidement dans le sens du flagellum (fig. 168).



Fig. 194.

10° Une monade hyaline se déplaçant rapidement dans le sens de son grand axe et avec des mouvements d'oscillation (fig. 71 et 174).

Mucosités nasales et bronchiques.

Comme je l'ai dit, l'opération de la condensation avait duré deux heures, et j'avais dû attendre une heure environ avant de pouvoir commencer; c'est donc un séjour de trois heures que j'ai fait dans le marais. Or, je supposais que, pendant ce temps, l'atmosphère dans laquelle je vivais étant chargée d'infiniment petits, je devais en trouver dans les fosses nasales et dans les voies respiratoires par lesquelles, pendant ces trois heures, avaient passé plus de 1500 litres d'air! Dès mon retour, à 1 heure du matin, je recueillis donc des mucosités nasales sur deux plaques, et les recouvris immédiatement d'une lamelle.

Pour les mucosités laryngiennes, je débarrassai d'abord la bouche des mucosités qu'elle contenait, puis par des efforts de toux, j'expectorai des mucosités qui étaient profondément situées et je les recueillis comme celles des cavités nasales.

L'examen de ces lames fut fait dès le lendemain matin à 8 heures. Dans les *mucosités nasales*, je trouvai :

1° Des cellules épithéliales pavimenteuses, à noyau et sans noyau (fig. 93).

2° Des globules blancs, volumineux et pigmentés (fig. 98).

3° Des globules blancs, pâles et plus petits (fig. 99).

Ces globules, et plus particulièrement les premiers, ont des espaces roses. Ils sont le plus souvent circulaires, réguliers et n'ont aucun mouvement.

4° Des amas de granulations (fig. 193).

5° Des bactéries punctum, sphériques, constituant des amas considérables (fig. 163, F, A et D).

6° Quelques chroococcacées, les plus simples (fig. 83 et 150).

7° Quelques cellules de micrococcus, ovales et circulaires (fig. 165 et 173).

8° Quelques amibes en voie de développement (fig. 183 A, B, C).

Les *mucosités bronchiques*, moins riches en général que les précédentes, ce qui s'explique du reste par le mode de respiration, contenaient :

1° Des cellules épithéliales pavimenteuses, à noyau et sans noyau (fig. 93).

2° Des cellules vibratiles.

3° Des globules blancs volumineux, plus ou moins pigmentés, ayant des espaces roses, et affectant les formes les plus diverses. Ces globules rappellent les leucocytes, sauf qu'ils sont sans mouvement (fig. 100, B et E).

4° Des globules blancs, pâles, plus petits et circulaires.

5° Des bactéries punctum sphériques, en assez grande quantité, moindre cependant que dans les mucosités nasales (fig. 163, A).

6° Des bactéries cylindriques, en petite quantité (fig. 74 et 180).

7° Des granulations immobiles (fig. 193).

8° Des filaments de leptothrix, droits et de moyennes dimensions (fig. 170).

9° Algues monocellulaires, sphériques, vertes et de petites dimensions (fig. 83 et 150).

CHAPITRE XIV

SANG DES PALUDÉENS

Commencées dès la fin de l'année 1875, pendant mon séjour à la Guyane, mes études sur le sang des paludéens ont été faites avec la méthode et le soin qu'exige ce genre de recherches, surtout depuis mon séjour aux Antilles, en 1881, 1882 et 1883. Continué pendant mon séjour en France pendant l'année 1884 sur des cas de paludisme chronique, j'ai pu les reprendre sur des cas d'invasion récente en Cochinchine et au Cambodge en 1885; enfin, depuis mon retour, en mars 1886, je n'ai laissé échapper aucune occasion de les poursuivre. Ces recherches datent donc au moins de six ans.

Les procédés employés ont été :

1° L'examen simple du sang dans son sérum naturel et le plus souvent en suivant les indications de Laveran.

2° L'examen par la voie sèche (procédé d'Hayem).

3° Le procédé par la voie sèche en s'aidant des réactifs colorants.

Enfin, ce sont les oculaires 3 et l'objectif 5 de Nachet dont je me suis servi le plus souvent, et, lorsque quelques doutes me restaient, son objectif 9.

Les résultats de ces recherches, je l'ai dit, ayant toujours été négatifs en ce qui concerne les éléments étrangers, je crois inutile de les reproduire toutes. Je n'en citerai que quelques-unes, faites dans les deux foyers paludéens les plus intenses dans lesquels j'ai observé, les Antilles et le Cambodge.

Aux Antilles, mes observations ont été décrites avec plus de soin; j'observais du reste à d'autres points de vue qui m'obligeaient à prendre des notes plus détaillées. Au Cambodge, au contraire, les occupations multiples auxquelles j'ai eu à faire face, comme chef de service et en temps de guerre, ne m'ont pas toujours laissé le loisir de rédiger longuement mes observations; ce n'est souvent que par quelques mots que je l'ai fait. Du reste, mes recherches en ce moment ne portaient que sur un point : l'existence ou l'absence d'éléments étrangers.

C'est le peu de temps dont je pouvais disposer assez souvent qui m'a engagé à faire un certain nombre de préparations sèches par le procédé d'Hayem, préparations que j'ai rapportées et que j'ai pu examiner en France.

Les observations qui vont suivre comprennent donc :

1° Des examens de sang frais faits à la Guadeloupe.

2° Des examens de sang frais faits au Cambodge.

3° Enfin, des examens de sang desséché pris au Cambodge et faits en France.

I. Examens de sang frais faits à la Guadeloupe.

Le procédé employé a été celui du simple examen. Il faut tenir compte, en effet, qu'au moment où j'ai commencé ces recherches, la plupart des parasites incriminés avaient des caractères et des dimensions pour lesquels ce procédé devait me donner toute garantie. Qu'il s'agisse, en effet, des palmettes de Salisbury, du lymnophysalis d'Eklund ou du parasite de Laveran, tous étaient visibles sans préparation préa-

lable, et tous avaient des dimensions qui devaient facilement les faire reconnaître avec le grossissement que j'employais.

OBSERV. I. — Hindou de la geôle a eu hier soir, 5 février 1883, à 5 heures, un frisson prolongé suivi de chaleur et de sueur, le tout constituant un accès de fièvre paludéenne non douteux.

Le 6, à 10 heures du matin, avant de donner le sulfate de quinine, je prends du sang par le procédé ordinaire.

1° *Aspect général de la préparation.* — La préparation est d'un examen facile. Les globules sont en grande partie séparés.

2° *Les globules rouges* sont, en général, irréguliers; beaucoup ont subi la déformation amibiforme (fig. 97, E).

3° Il n'existe pas de globules jeunes.

4° *Les globules blancs* se présentent sous des aspects différents.

Les uns, mais ce sont les moins nombreux, sont manifestement granulés; ils n'ont pas d'espace rose (ou très rarement) et leurs mouvements s'accomplissent le plus souvent sur place et sont lents (fig. 195, B).



Fig. 195.

D'autres, également peu nombreux, ont des mouvements amiboïdes de déplacement et possèdent des espaces roses. Ils sont beaucoup moins foncés que les précédents, quoique parfois ils contiennent des granulations (fig. 195, C).

La forme la plus fréquente est celle figurée 195. A. Dans cette forme, ils sont pâles et le plus souvent plus petits que les globules rouges, quoique quelques-uns d'entre eux atteignent le volume de ces derniers. Ils ne subissent ni déplacement ni changement de forme (fig. 99, B, D).

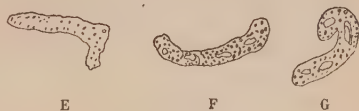


Fig. 196.

Enfin, je dois signaler, en les rapportant encore aux globules blancs, un élément excessivement pâle et ayant des mouvements amiboïdes lents sur place (fig. 196, E).

5° *Aucun élément étranger à signaler.*

OBSERV. II. — Accès de fièvre intermittente; *pas de sulfate de quinine.*

Sang pris au commencement de la fièvre. Ce sang est manifestement plus noir qu'à l'état normal. Plusieurs fois déjà, j'ai constaté ce fait, qui prouverait qu'au début d'un accès de fièvre il y a diminution de la quantité d'oxygène dans le sang.

1^{er} mars, 1883. — Le sang est pris à 9 heures du matin, examiné d'abord immédiatement, puis revu et décrit à 4 heures du soir.

1° *Aspect général de la préparation.* — La préparation est en général d'un examen facile, quoique sur certains points elle soit un peu trop épaisse.

2° *Globules rouges*. — Quelques-uns sont étalés, d'autres amibiformes, mais les plus nombreux sont épineux et petits (fig. 97, D, E, C).

3° *Globules jeunes*. — Il en existe très peu.

4° *Globules blancs*. — Ils se présentent sous deux formes principales : l'une est douée de mouvements faibles, possède des espaces roses, mais est dépourvue de pigment ou ne possède que quelques granulations (fig. 196, F et G); l'autre est pâle, sans mouvement et sans espace rose. De beaucoup, c'est la première qui est la plus fréquente (fig. 195, A).

5° *Élément étranger*. — Aucun, malgré les recherches les plus prolongées.

OBSERV. III. — *Accès pernicieux comateux*. — Hindou de la geôle a des accès de fièvre depuis quelques jours; a été pris ce matin, 9 février 1885, vers les 5 heures, d'un refroidissement subit. Je le vois à 10 heures du matin, et il commence à peine à être réchauffé. Il a pris ce matin du thé punché; le sulfate de quinine n'a pas encore été administré.

Le sang est pris immédiatement et l'examen en est fait à 11 heures du matin et à 4 heures du soir.

1° *Aspect général de la préparation*. — La plupart des globules sont isolés, de sorte que l'examen de la préparation est facile.

2° *Globules rouges*. — Presque tous ont subi la déformation amibiforme, mais d'une manière régulière (fig. 97, E).

3° *Pas de globules jeunes*.

4° *Les globules blancs* se présentent sous quatre aspects. Les uns, rares, sont granuleux. Ils ont des mouvements lents et sont dépourvus d'espaces roses (fig. 197, J et K). Les autres, encore plus rares, contiennent également des granulations pigmentaires, mais sont manifestement moins foncés (fig. 196, F et G). Les plus nombreux sont pâles et sans espace rose. Leurs dimensions sont tantôt supérieures, tantôt inférieures à celles des globules rouges (fig. 195, A et D). Enfin, d'autres sont granuleux et étalés avec de larges places vides (fig. 197, I).

II. Examens de sang frais faits au Cambodge.

OBSERV. IV. — X..., soldat d'infanterie de marine, a eu son premier accès dans la journée d'hier; n'a pas pris de sulfate de quinine.

1° Hématies normales et bien conservées; 2° leucocytes en très petite quantité; 3° granulations pigmentaires très nombreuses; quelques-unes semblent accolées aux hématies; 4° granulations graisseuses assez nombreuses.

Second accès hier soir. Avait pris dans la matinée 1 gramme de sulfate de quinine; n'en a pas pris ce matin.

1° Hématies bien conservées et normales; 2° leucocytes en quantité assez considérable; 3° granulations pigmentaires; 4° granulations transparentes.

OBSERV. V. — X..., soldat d'infanterie de marine. Premier accès au début; n'a pas pris de sulfate de quinine :

1° Hématies normales; 2° leucocytes pâles et peu nombreux (fig. 196,

F et G); 3° quelques granulations pigmentaires; 4° granulations transparentes.

OBSERV. VI. — J..., soldat d'infanterie de marine. — 7 septembre 1885. — Premier accès hier; n'a pas pris de sulfate de quinine. Examen fait immédiatement :

1° Hématies normales; 2° globules blancs peu nombreux; 3° globules jeunes en grande quantité; 4° pas d'éléments étrangers.

OBSERV. VII. — M..., fièvre intermittente. Première atteinte; n'a pas pris de sulfate de quinine. Examen fait immédiatement :

1° Hématies normales; 2° globules blancs en quantité moindre qu'à l'état normal; 3° granulations pigmentaires et graisseuses en quantité à peu près normale; 4° pas d'éléments étrangers.

III. Examens de sang desséché par le procédé d'Hayem faits au Cambodge.

OBSERV. VIII. — X..., soldat d'infanterie de marine. N'a pas pris de sulfate de quinine. Premier accès.

Peu de leucocytes; pas d'éléments étrangers visibles sans coloration; granulations fréquentes, dont le plus grand nombre pigmentaires.

OBSERV. IX. — X..., soldat d'infanterie de marine. Premier accès; pas de sulfate de quinine; hématies bien conservées; très peu de leucocytes; beaucoup de granulations transparentes; pas d'éléments étrangers.

OBSERV. X. — X..., soldat d'artillerie de marine. Premier accès de fièvre hier; n'a pas encore pris de sulfate de quinine.

Hématies souvent diffluentes affectant des formes différentes; quelques globules blancs, normaux; quelques granulations très nombreuses, la plupart pigmentaires.

OBSERV. XI. — X..., soldat d'artillerie de marine. Premier accès hier soir; n'a pas pris de sulfate de quinine.

Pas d'éléments étrangers visibles sans coloration; beaucoup de leucocytes; granulations fréquentes; la plupart petites et pigmentaires.

OBSERV. XII. — M..., soldat d'infanterie de marine. 8 mois de colonie; pas d'atteinte antérieure; fièvre depuis hier matin.

Le sang est pris en plein accès (39°,5). Je fais deux préparations qui me donnent les résultats suivants :

1° Hématies la plupart à l'état muriforme (fig. 97, E); très peu de leucocytes; quelques granulations pigmentaires; quelques-unes transparentes également, mais en plus petit nombre.

2° Hématies souvent déformées mécaniquement; quelques-unes amibiformes; d'autres,



Fig. 197.

en assez grand nombre, muriformes; globules blancs en nombre considérable et offrant des formes diverses (fig. 197, H); quelques-uns ont des

espaces roses; granulations pigmentaires et transparentes en grand nombre.

OBSERV. XIII. — X..., soldat d'infanterie de marine. Accès au début; pas de sulfate de quinine.

Hématies peu volumineuses, normales; leucocytes peu nombreux et pâles; granulations pigmentaires rares; quelques-unes transparentes; pas d'éléments étrangers.

L'accès se termine dans la journée, mais il a reparu le lendemain matin. Le malade avait pris 1 gramme de sulfate de quinine dans la journée d'hier; il n'en a pas pris aujourd'hui.

Hématies normales; leucocytes peu nombreux et pâles; granulations pigmentaires peu nombreuses; quelques granulations transparentes; pas d'éléments étrangers.

CHAPITRE XV

CONCLUSIONS

Me voici arrivé à la fin de l'exposé de mes diverses recherches. Le moment est donc venu de les embrasser dans leur ensemble, de comparer leurs résultats et d'en tirer les conclusions. Ces conclusions porteront sur trois points : les eaux, l'atmosphère et le sang.

I. *Conclusions relatives aux eaux.* — Quelque multipliées qu'aient été mes recherches, on a vu que je n'ai pu trouver ni microphyte, ni microzoaire caractérisant l'eau du marais. On peut dire que les eaux potables les plus limpides, aussi bien que les eaux de marais les plus bourbeuses, peuvent nourrir les mêmes infiniment petits. La différence n'existe que dans les quantités. Les eaux potables contiennent moins d'algues filamenteuses, et surtout beaucoup moins de diatomées que celles du marais; elles sont aussi moins riches en infusoires et en bactéries : mais en somme, je le répète, nous ne pouvons pas affirmer que tel infiniment petit que nous trouvons dans le marais fasse défaut dans les eaux potables, même dans celles qui présentent les meilleures garanties de pureté. Ce n'est donc pas dans la présence exclusive de tel ou tel de ces organismes qu'il faut chercher la caractéristique du marais. Une seule cause de doute pourrait subsister à cet égard. On sait que pour les proto-organismes d'ordre tout à

fait inférieur, les bactéries, par exemple, leurs formes sont souvent insuffisantes pour déterminer leur espèce et que leur caractère spécifique ne se révèle que par leurs propriétés physiologiques ou pathogènes. Il se pourrait donc que, parmi ces infiniment petits de formes semblables, il s'en trouvât ayant des propriétés spécifiques les distinguant des autres; mais ce n'est là qu'une hypothèse et elle reste à démontrer. Si donc mes recherches paraissaient insuffisantes pour établir qu'il n'existe pas d'infiniment petits caractéristiques du marais, elles me semblent tout au moins me donner le droit de conclure que cet infiniment petit spécifique du marais est à trouver.

Mais, me dira-t-on, si même les eaux potables les plus pures contiennent des infiniment petits en aussi grand nombre, comment expliquer leur innocuité? Comment pouvons-nous absorber ces infiniment petits sans en ressentir aucune mauvaise influence? Ce sont là des questions que je me suis posées depuis longtemps, et les expériences suivantes vont y répondre.

Nous ne prenons l'eau potable que sous deux formes: tantôt elle est mélangée avec les aliments que nous soumettons à la cuisson, et par conséquent elle n'est absorbée qu'après avoir été bouillie; tantôt, au contraire, nous la prenons à l'état naturel et sans avoir subi aucune préparation.

Pour me rendre compte de ce que deviennent les infiniment petits dans le premier cas, j'ai fait bouillir de l'eau contenant un grand nombre d'infiniment petits et je l'ai examinée ensuite. Or, j'ai pu me convaincre que si l'ébullition détruit un certain nombre de ces organismes, infusoires, amibes, etc.; quelques autres, tels que les bactéries, les leptothrix, semblent lui résister, ainsi que le prouve la suite des expériences. Une ébullition de 5 minutes a laissé subsister des bactéries, des leptothrix et des champignons, et une ébullition prolongée, si elle a semblé d'abord plus efficace, a dû laisser survivre beaucoup de germes, puisque trois jours ont suffi pour que de nombreux infiniment petits aient reparu dans le liquide.

L'ébullition n'est donc pas un procédé de purification donnant des garanties suffisantes, et si nous n'avions à compter que sur elle, je suis convaincu que nous n'aurions que trop souvent à constater son inefficacité.

Mais la nature semble ici avoir pris ses précautions.

Je prends de l'eau bourbeuse et je la divise en deux parties : l'une que je garde comme échantillon d'épreuve, et l'autre que je sou mets à une digestion artificielle. Or, le résultat de la digestion, dont la température n'a jamais dépassé 39°,5, ne laisse aucun doute sur son efficacité : tous les micro-organismes sont détruits. Il y a mieux, si nous gardons le résultat de cette expérience, on pourra constater que même 48 heures après, aucune trace de vie n'a reparu.

Pour les eaux prises à leur état naturel, la digestion suffit donc à elle seule pour nous défendre, et pour les autres, elle complète ce que la cuisson a commencé. Cette destruction des infiniment petits par le suc gastrique me paraît avoir une grande importance en hygiène et en pathogénie. Sous ce rapport ce liquide me paraît être un véritable désinfectant. Aussi, placé à l'entrée des voies digestives, tant qu'il est sécrété avec ses propriétés normales, nous donne-t-il toute garantie. Mais, au contraire, que son activité faiblisse, que les infiniment petits le surprennent en défaut à un moment donné quelconque, et nous pourrons les voir, franchissant cette porte d'entrée, pénétrer dans l'intestin et y produire tous les phénomènes de la décomposition putride. Les eaux souillées d'infiniment petits ne peuvent donc devenir nuisibles que si l'action gastrique manque ou est incomplète.

Conclusions relatives à l'atmosphère. — La comparaison de l'air salubre et de l'air du marais me semble plus fructueuse. Contrairement à ce qui a lieu pour les eaux, les atmosphères présentent des différences plus tranchées. Nous retrouvons d'abord ici la même différence de quantité que je signalais pour les eaux. L'atmosphère qui couvre les marais est sensiblement plus chargée que celle qui ne reçoit que les émanations des terres salubres.

Cette observation concerne surtout les bactéries des différentes formes et quelques algues filamenteuses. Les bactéries de l'air du marais ont toujours été plus nombreuses et plus développées. Mais de plus, l'air des marais m'a frappé par la présence presque constante d'algues monocellulaires de petit volume, et surtout par la présence des amibes. On se souvient que j'ai constaté ces protozoaires en grand nombre, non seulement dans tous mes procédés d'analyses, mais aussi dans mes mucosités nasales, après mon séjour dans le marais de Fouil-

lote. Or, je n'avais jamais constaté d'amibes dans mes analyses de l'eau salubre. C'est là pour moi une différence de la plus grande importance.

Comment expliquer cette plus grande richesse de l'air des marais en infiniment petits, et la présence exclusive des amibes, quand nous savons qu'ils existent également dans les eaux potables du reste si répandues sous forme de sources, de rivières, de lacs, etc. ?

On pourrait d'abord l'attribuer à la richesse plus grande des eaux des marais ; mais ce n'est pas là, d'après moi, la véritable explication. Cette explication, je la trouve d'une manière à peu près exclusive dans la configuration du marais et le changement de leur niveau. Le propre du marais paludéen est de subir des variations de niveau à des époques assez éloignées l'une de l'autre pour que dans les terres découvertes par les eaux il y ait une zone complètement desséchée ; une autre qui desséchée à la surface est humide au-dessous, et que ces zones représentent une superficie assez étendue. Les infiniment petits du marais ne sauraient passer dans son atmosphère tant que le fond du marais reste couvert par une nappe d'eau. Cette nappe d'eau est un écran préservateur. Tous ceux qui ont étudié la marche du paludisme le savent bien. Il en est de même pour les parties encore largement humides ; les infiniment petits trouvent dans cette humidité une cause d'adhérence suffisante pour résister aux mouvements atmosphériques et rester attachés à leur milieu naturel. Mais, que la dessiccation arrive, que les chroococcacées qui naguère formaient une couche uniforme, soient séparées par la chaleur ; que ces amibes momentanément transformées en minces pellicules aient perdu toute adhésion avec les corps qui les entourent, et tous ces infiniment petits seront soulevés par le moindre mouvement de l'atmosphère, qui pourra ainsi les maintenir en suspension, comme il maintient les mille impuretés que nous voyons se mouvoir dans l'espace quand un rayon de soleil tombe dans un de nos appartements. Le meunier respire la farine, le mineur la poussière du charbon, l'homme des villes les impuretés de notre civilisation, poudre de riz, débris de fibres végétales, etc., et l'habitant des marais, les êtres organisés innombrables qui chargent et altèrent leur atmosphère. Si l'on veut apprécier la quantité qui pénètre dans ses voies respiratoires, il suffira de se rappeler que

mes expériences n'ont jamais porté sur plus de 100 litres d'air, et que cependant chaque goutte de liquide contenait quelques infiniment petits. Or, si nous nous rappelons que chaque minute voit passer dans nos organes respiratoires 10 litres d'air, qu'à chaque heure il en passe par conséquent 600 litres, on verra quelle quantité considérable il doit s'en accumuler quand le séjour dans une atmosphère aussi contaminée se prolonge pendant des journées entières ! Or, si parmi ces infiniment petits un certain nombre ont péri, nous devons bien admettre que d'autres, au contraire, n'ont pas assez souffert de la sécheresse pour qu'ils ne puissent reprendre toute leur activité, et continuer au sein de nos organes, ne serait-ce que dans nos voies respiratoires, une vie d'autant plus active, qu'ils y trouvent au moins deux des conditions les plus favorables à leur existence, la chaleur et l'humidité. J'ai pu me convaincre combien facilement des colonies d'amibes prospèrent dans nos mucosités bronchiques et nasales.

Si donc l'atmosphère des marais contient plus d'infiniment petits que celui des régions salubres, il faut l'attribuer exclusivement à ce que certaines parties de ce marais sont assez desséchées pour livrer à l'atmosphère les infiniment petits qui vivaient naguère dans ses eaux. Ce qui nous importe donc dans le marais, ce n'est pas son étendue totale. De toutes ses parties, une seule nous intéresse, c'est celle qui récemment desséchée contient encore à sa surface des organismes assez secs pour être pris par l'atmosphère, mais cependant à une époque assez peu éloignée de leur dessiccation pour que la mort ne se soit pas encore emparée d'eux. C'est cette zone que je désigne depuis longtemps sous le nom de *zone dangereuse*.

Enfin, je dois le rappeler, l'analyse microscopique de l'air et des marais semble nous révéler une différence qui sans être absolument caractéristique, acquiert une réelle importance : cette différence est la présence des amibes. Il est vrai que dans les analyses de l'air salubre on a pu voir ces microzoaires se développer après un certain temps dans les eaux, soit de lavage, soit de condensation. Mais il a toujours fallu un temps assez long, tandis que dans l'atmosphère des marais je les ai rencontrés en plein état de développement. Il y a là, je le ré-

pète, une différence à laquelle j'attache d'autant plus d'importance, que les amibes se rapprochent par de nombreux caractères des corps kystiques de Laveran⁴.

Conclusions relatives au sang. — Ces infiniment petits constatés dans l'atmosphère des marais, et que j'ai trouvés en grand nombre dans mes voies aériennes après l'avoir respirée, pénètrent-ils dans nos tissus et tout particulièrement dans le sang ? Tous ont-ils le même sort, ou bien seulement quelques-uns d'entre eux arrivent-ils dans notre système circulatoire, tandis que les autres meurent ou sont éliminés ? Enfin, pour serrer la question de plus près, ces infiniment petits, une fois arrivés dans nos voies respiratoires ou après avoir pénétré plus loin, jouent-ils un rôle dans l'étiologie de la fièvre des marais ? C'est pour répondre à ces diverses questions, on le sait, qu'ont été entreprises toutes les recherches qui précèdent. Or, on a dû le pressentir déjà, quelque nombreuses qu'elles aient été, je me vois condamné à la plus grande réserve.

Après avoir observé la faune et la flore microscopique des eaux des marais, avoir vu chacun de leurs représentants à diverses phases de leur existence, sous les aspects différents qu'ils peuvent affecter dans leurs évolutions si variables ; après les avoir revus dans leur atmosphère avec les modifications ou les altérations qu'ils peuvent avoir subies après être sortis de leur milieu naturel, j'avais quelque droit de croire, on l'avouera, qu'ils ne sauraient désormais échapper à mes investigations, et que j'aurais pu les distinguer, les reconnaître sous quelque forme qu'ils se présentassent.

Mon étude sur le sang normal en me fixant sur tout ce qui appartient en propre à ce liquide, en me familiarisant avec toutes les formes que peuvent présenter ses divers éléments figurés, était pour moi une nouvelle garantie, et c'est ainsi préparé que j'ai commencé et poursuivi mes recherches. Et pourtant elles ont été vaines. Parfois, j'ai cru trouver dans le sang du paludéen quelques-unes de ces formes avec lesquelles mes études antérieures m'avaient familiarisé ; tantôt c'était quelques chroococcacées me faisant penser aux palmelles de Salisbury ; d'autres fois des bactéries de formes différentes ;

⁴ Voir la note de la fin.

mais ces constatations ont été rares, et des recherches ultérieures leur ont toujours enlevé toute importance.

Cet insuccès de mes recherches avait du reste d'autant plus lieu de m'étonner, que Laveran venait de signaler dans le sang des paludéens des organismes dont le volume rendait leur constatation facile. Aussi, je dois l'avouer, ces résultats négatifs, malgré mes recherches assidues, jetèrent-ils un certain doute dans mon esprit, et au congrès de Rouen, en août 1883, en rendant compte de mes recherches devant la section d'hygiène, je ne pus faire autrement que de le laisser paraître.

Cependant, ne voulant rien négliger pour m'éclairer, je me mis en relation avec le D^r Eklund, avec le D^r Laveran et avec les D^{rs} Marchiafava et Tommasi Crudeli. De part et d'autre, je trouvai le meilleur accueil.

Mon collègue suédois me renouvela la confiance qu'il avait dans sa découverte. Un seul doute restait dans son esprit, c'est qu'à des climats divers correspondissent des parasites différents. Mais en ce qui concernait les régions boréales, pour me servir de son expression, la *lymnophysalis hyalina* avait conservé pour lui son caractère de constance et sa valeur spécifique. Il voulut bien même m'adresser le dessin de son parasite. C'est ce dessin qui a été reproduit.

Le D^r Laveran, de son côté, me montra des préparations dans lesquelles je vis quelques-uns de ses corps kystiques et surtout la forme en croissant. Seule, à l'époque, cette dernière se présenta à moi avec des caractères d'une netteté indiscutable. D'autres formes kystiques me laissèrent dans le doute. J'observais, du reste, une préparation déjà ancienne, et, la forme des kystes étant un peu altérée, la ressemblance de ces corps avec certains globules blancs était telle qu'il me fut difficile de les distinguer d'une manière bien sûre. Mais, je le répète, la forme en croissant était bien nette, et je dus avouer que je n'avais rien vu qui la rappelât. Je quittai donc le D^r Laveran non convaincu, c'est vrai, mais ébranlé, et surtout avec la ferme intention de reprendre mes recherches¹.

¹ De plus, le D^r Laveran voulut bien, à l'époque, m'adresser la note suivante, que je reproduis textuellement :

« En réponse à votre lettre du 26 septembre courant, je m'empresse de vous informer que je n'ai rien à ajouter ni à retrancher à la description que j'ai donnée

D'autre part, je recevais de Rome un plaidoyer éloquent en faveur du bacille. Mes recherches jusqu'ici n'avaient pas porté

des microbes du paludisme dans mon *Traité des fièvres palustres*. J'attends avec patience et confiance le jour où tous les auteurs qui sont à même d'étudier le paludisme auront vérifié les faits que j'ai annoncés. Tout me confirme dans cette idée que j'ai réussi à trouver la bonne voie, sinon à la parcourir dans toute son étendue. Mes adversaires les plus résolus, les médecins italiens, ont fait récemment une évolution importante dans le sens des idées que j'ai défendues, bien qu'ils ne veuillent pas en convenir. Le *bacillus malarix* de MM. Klebs et Tommasi Crudeli ne compte plus, même à Rome, que bien peu de fidèles. Il se fait autour de lui un silence significatif; au contraire, les médecins italiens attribuent de plus en plus d'importance aux altérations des globules rouges chez les paludiques, et, sous ce titre, ils englobent une partie des altérations produites par les éléments parasitaires que j'ai décrits dès 1881. Je vous demande la permission d'attirer à ce sujet votre attention sur un travail de MM. Marchiafava et Celli, que je ne connaissais encore que par une courte analyse quand j'ai publié mon *Traité des fièvres palustres*. Ce travail, qui a pour titre : *Sulle alterazioni dei globuli rossi nella infezione da malaria*, a été communiqué à la *Reale accademia dei Lincei*, dans la séance du 2 décembre 1885.

« Tout observateur impartial qui comparera les planches annexées au Mémoire de MM. Marchiafava et Celli aux figures qui sont jointes à mes différentes publications sur les parasites du paludisme, conviendra, je l'espère, que les éléments décrits par les auteurs italiens précités sont identiques à ceux dont j'avais signalé la présence dans le sang des paludiques dès 1881 (voyez notamment, dans le Mémoire de MM. Marchiafava et Celli, fig. A, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 21); dans mes différentes publications sur le paludisme, ces éléments ont été décrits sous le nom de corps n° 2 de petits volumes accolés à des hématies et considérés comme représentant une des phases de l'évolution des parasites du paludisme. J'ai très bien vu et j'ai signalé, dès 1881, non seulement les corps sphériques pigmentés, mais aussi les corpuscules hyalins non pigmentés que MM. Marchiafava et Celli ont colorés avec le bleu de méthylène et qu'ils ne sont pas éloignés de considérer comme des microcoques. M. Marchiafava a oublié de dire dans son Mémoire que lors de mon voyage à Rome, en 1882, je lui avais montré dans le sang de plusieurs paludiques de l'hôpital du San Spirito des hématies portant un ou plusieurs corps sphériques pigmentés ou non, identiques à celles qu'il décrit et qu'il figure. Il est vrai de dire que, sur l'interprétation des faits, nous sommes loin d'être d'accord, MM. Marchiafava, Celli et moi.

« MM. Marchiafava et Celli pensent que les petits corps hyalins qu'ils ont colorés par le bleu de méthylène ne sont jamais pigmentés (leurs propres figures semblent démontrer le contraire), qu'ils n'augmentent pas de volume, qu'ils sont renfermés dans des hématies, enfin la nature parasitaire de ces éléments paraît encore douteuse à ces observateurs.

« Je pense, moi : 1° que ces corpuscules hyalins sont seulement accolés aux hématies aux dépens desquelles ils se nourrissent.

« 2° Que ces éléments, d'abord dépourvus de pigment, se pigmentent par la suite et grossissent peu à peu.

« 3° Que ces corpuscules se trouvent dans le sang des paludiques aussi bien à l'état libre qu'accolés aux hématies.

« 4° Que ces corpuscules ne sont que la première phase de développement des microbes du paludisme, dont l'état de développement parfait serait représenté par les éléments que j'ai décrits sous le nom de filaments mobiles.

« MM. Marchiafava et Celli attribuent la formation des filaments mobiles, que Richard et moi nous avons décrits dans le sang des paludiques, à une altération des

sur lui; elles nécessitaient l'emploi de procédés plus minutieux et la connaissance d'une technique spéciale qui me faisait douter de mes résultats.

Ce fut donc au milieu du doute le plus complet que je recommençai mes recherches, me promettant de ne tenir aucun compte de mes résultats antérieurs. Ne voulant même pas me fier à mes observations, je priai M. le professeur Hayem de bien vouloir examiner les préparations de sang que je lui enverrais, et plusieurs fois, pendant l'année 1884, je lui en adressai faites par son procédé. Ces résultats furent d'abord confirmatifs des miens, en ce sens qu'il ne trouva ni formes kystiques ni filaments sur mes préparations.

Mais peu après, il me faisait savoir qu'il venait de voir la forme en croissant dans du sang de paludéen préparé par son interne, et, quoique son opinion ne fût pas absolument confirmative de celle de Laveran, il est évident que cette constatation ébranla de nouveau la conviction que j'avais puisée dans mes recherches personnelles.

Ce fut dans cette situation d'esprit que je partis pour la Cochinchine et le Cambodge. Or, dans cette dernière colonie, les cas de paludisme n'ont pas manqué, et pourtant encore, quelles qu'aient été les conditions dans lesquelles j'ai cherché

globules rouges produite par la chaleur. Sous l'influence de la chaleur, on voit, en effet, se former sur les bords des globules rouges de petites boules qui tiennent aux hématies par un pédicule plus ou moins long et qui sont animées d'un mouvement brownien; mais ce phénomène, bien connu de tous les histologistes, n'a rien de commun avec les filaments mobiles du sang des paludiques. Il est, du reste, inexact qu'il se produise à une température de 42 à 48 degrés centigrades, comme le disent MM. Marchiafava et Celli (Mémoire cité, p. 18); une température de 57 degrés centigrades est nécessaire, comme l'a indiqué Ranvier (*Traité technique d'histologie*, p. 190). Toutes mes observations ont été faites à la température ordinaire de mon laboratoire, qui souvent ne dépassait pas 16 à 20 degrés centigrades. Comment s'expliquer, en outre, s'il s'agit d'une déformation des hématies par la chaleur, que ces filaments mobiles ne se soient jamais montrés que dans le sang des paludiques? L'aspect uniforme des filaments mobiles, la variété de leurs mouvements ne laissent, du reste, aucun doute sur leur nature animée.

« MM. Marchiafava et Celli n'ont évidemment pas réussi jusqu'ici à observer les éléments que j'ai décrits sous le nom de filaments mobiles, ce qui s'explique par les procédés d'examen qu'ils ont mis en usage; sur des préparations de sang desséché, ces filaments, qui sont d'une transparence parfaite et qui se décèlent surtout par leurs mouvements, échappent nécessairement à l'examen, et je ne puis qu'engager MM. Marchiafava et Celli à procéder à l'examen du sang frais comme je l'ai indiqué. »

le parasite de Laveran, mes recherches sont de nouveau restées vaines.

Cependant, à la même époque, Zuber le retrouvait au Tonkin et Laveran en faisait part au monde scientifique. Comment donc expliquer mon insuccès? J'en ai vainement cherché la cause. Mais, avant de terminer ce travail, j'ai voulu revoir Laveran. Un hasard heureux a fait coïncider ma visite à Paris avec le moment où un de ses malades avait des accès de fièvre, et il fut entendu que nous examinerions son sang ensemble. Ce malade, dont je dois l'observation à l'obligeance du Dr Laveran¹, avait eu un accès quelques jours avant et n'avait pas pris de sulfate de quinine. Or, c'est sur une des préparations faites à peine quelques minutes avant que je pus voir pour la première fois un corps flagellé; il n'avait qu'un flagellum, mais d'une mobilité étonnante. Ce filament, qui tenait encore à un corps kystique par une de ses extrémités, avait tous les mouvements d'un spirille (fig. 157); sa forme, du reste, était bien celle figurée par mon collègue de l'armée. Je pus examiner cet élément tout à mon aise. Ce fut le seul que nous trouvâmes dans cette préparation et sur quelques autres faites en même temps. Ces dernières ne contenaient que quelques corps kystiques aux formes assez irrégulières et aucune en croissant. Mais le fait capital de cet examen fut pour moi la constatation de ce filament que je n'avais jamais vu et qui,

¹ OBSERVATION (résumée). — G..., 22 ans, soldat au 2^e régiment d'infanterie de marine, engagé volontaire, entre à l'hôpital du Val-de-Grâce le 6 mai 1887 (salle 26, lit 18; service de M. Laveran).

G... a passé onze mois au Tonkin, de juin 1885 à mai 1883. Il a pris la fièvre intermittente à Hai-Phong; plusieurs rechutes. Le malade a été ensuite à Madagascar, où la fièvre a reparu très souvent et à plusieurs reprises sous la forme d'accès très graves.

Le malade a quitté Madagascar à la fin de février 1887. Il est arrivé à Paris, le 11 mars 1887, avec un congé de trois mois. Quelques accès irréguliers, du 11 mars au 6 mai, jour de l'entrée au Val-de-Grâce. A l'entrée, il n'y a pas de fièvre; je porte le diagnostic d'*anémie palustre*. Hypersplénie.

Le 11 mai, accès de fièvre le soir à 6 heures. 39 degrés.

Les 22, 23 et 24, nouveaux accès de fièvre

L'examen du sang, fait les 20 et 21 mai, a permis de constater la présence des éléments parasitaires caractéristiques du paludisme : corps sphériques pigmentés, corps en croissant, flagella très rares.

Je n'ai prescrit que de l'antipyrine et du vin de quinquina, et, malgré cela, les accès ne se sont pas reproduits.

(30 mai 1887.)

certes, n'eût pu échapper à mes examens, s'il s'était jamais trouvé dans le champ de mon microscope.

Du reste, dans ces derniers temps, les corps flagellés ont été vus par Schlen¹ (1884), Councilman² (1886), Sternberg³ (1886), Golgi⁴ (1886), Osler⁵ (1887), Roux⁶ (1887), et si quelques-uns de ces observateurs ont varié sur son importance et sur son évolution, il n'en reste pas moins démontré, et c'est là le point capital, qu'ils ont constaté sa présence. Les derniers travaux de Marchiafava et de Celli ne laissent même que peu de doute à cet égard. Et, quoique je n'aie pas pu retrouver ces infiniment petits dans mes propres préparations, je me joins à eux pour affirmer son existence.

Quelle est exactement sa nature? Je crois qu'il faut être très réservé à cet égard, et, dans tous les cas, l'unique constatation que j'en ai faite ne saurait m'autoriser à aborder cette discussion. Ce que je puis dire, c'est que ce filament ne rappelle aucun des éléments figurés du sang, et qu'aucune des modifications ou altérations qu'ils peuvent présenter ne saurait leur être comparée. Le filament mobile de Laveran est bien un élément étranger au sang; c'est là, pour moi, un fait indiscutable. Ses mouvements le rapprochent du spirillum plus que d'aucuns des microzoaires que j'ai vus dans le marais⁷. Les spirilles, on l'a vu, d'abord rares dans l'eau du marais, deviennent ensuite nombreux dans ce liquide vers le quatrième jour, puis disparaissent, à ce point qu'on ne les trouve plus le dixième. Sans que je veuille établir l'identité entre ces deux éléments, je me demande s'il n'y aurait pas entre eux quelques points de contact.

Quant aux corps kystiques, tout ce qu'en dit Laveran les rapprocherait de certaines amibes. Ils en ont la forme, la cou-

¹ Schlen. *Etudes sur la malaria. Fortschritte der Med.*, 1884.

² Councilman. *Sur certains éléments trouvés dans le sang des sujets atteints de fièvre intermittente. Ass. of americ. physic.* 18 juin 1886.

³ Sternberg. *The malarial germs of Laveran. The med.* New-York, 1886, numéros des 1 et 8 mai.

⁴ Golgi. *Sulla infezione da malaria. Archives pour les sciences méd.*, vol. X, n° 4, 1886.

⁵ Osler, Communication à la Société pathologique de Philadelphie. *Résumé in Semaine médicale.* 1887, page 27.

⁶ Roux. Communication écrite de Laveran.

⁷ J'ai tenu à laisser ce passage tel que je l'avais écrit, mais on verra à la fin de ce chapitre ce que mes recherches m'ont fait constater depuis.

leur, les dimensions, les mouvements et l'organisation, Or, la présence de ces microzoaires dans l'air des marais d'abord, puis leur constatation dans les voies respiratoires, jointes à leur propriété de s'étirer, ne pourraient-elles permettre de faire cette supposition que ce sont bien ces corps qui sont l'origine des corps kystiques, et que ce sont les organes respiratoires qui leur servent de voie d'introduction? Ce n'est là évidemment qu'une hypothèse; mais mes recherches personnelles ne sauraient me permettre d'aller plus loin.

Quant au mode d'action de ces éléments étrangers, corps amiboïdes et filaments mobiles, je pense qu'il faut se garder de ne leur attribuer qu'une action mécanique. Le système circulatoire possède, à l'égard des éléments étrangers vivants, une tolérance autrement grande.

Pendant que je faisais, à la Guadeloupe, l'étude du sang normal dans la race noire, j'avisai dans la cour de l'hôpital un noir qui me paraissait présenter les attributs de la santé la plus irréprochable. Je le priai donc de me permettre d'examiner son sang, Or, quel ne fut pas mon étonnement de constater, dans chaque préparation, quatre ou cinq filaires de grandes dimensions. Frappé de ce fait, auquel j'eus d'abord une certaine difficulté à croire, tant sa santé paraissait prospère, je le fis entrer à l'hôpital, et, pendant un mois, j'ai examiné toutes ses fonctions avec le plus grand soin. Or sa santé n'a pas cessé un instant d'être parfaite et les filaires ont continué à se montrer avec la même fréquence! On peut estimer que chaque millimètre cube de sang contenait au moins deux filaires. Elles se comptaient donc dans le torrent circulatoire par centaines de mille; leurs dimensions étaient autrement grandes que celles des filaments mobiles de Laveran, et cependant leurs mouvements incessants n'ont pas provoqué la moindre excitation fébrile.

Il faut donc expliquer l'action des parasites du paludisme autrement que par une simple excitation mécanique. Si donc j'avais à formuler une hypothèse, et je ne crois pas que dans l'état actuel de nos connaissances nous puissions faire mieux, j'admettrai, ou bien que le parasite du paludisme a une propriété toxique spéciale, ou bien qu'il puise dans le marais un liquide septique et qu'il n'en est que le moyen de transport, le véhicule. Dans la première hypothèse, il faudrait conclure que

le paludisme reconnaît un parasite unique, micro-organisme, élaborant lui-même le poison paludéen. Dans l'autre hypothèse, au contraire, tout corps imprégné du poison palustre conduirait au même résultat, les micro-organismes ne différant entre eux que par leur plus ou moins grande facilité à absorber le poison et à le céder ensuite à notre organisme. L'avenir dira quelle est de ces deux hypothèses celle qui se rapproche le plus de la vérité. Du reste, les médecins italiens ne paraissent pas encore vouloir renoncer à la lutte. Après avoir réuni leurs efforts pour défendre le *bacillus malarix*, une scission s'est produite. Seul, Tommasi Crudeli est resté son ardent défenseur¹, tandis que Celli et Marchiafava ont fait une évolution qui-

¹ Je reproduis ici quelques lettres du professeur Tommasi Crudeli, et je le remercie d'avoir bien voulu me donner l'autorisation de le faire.

Je suis heureux de trouver cette occasion pour remercier également ce professeur distingué de l'extrême obligeance avec laquelle il m'a toujours donné les renseignements que je lui ai demandés.

« Je sais que MM. Marchiafava et Celli vous ont envoyé leurs derniers Mémoires sur les altérations des globules rouges du sang dans l'infection malarique. Mais, après cette publication, ils ont continué à travailler, et j'ai exposé leurs derniers résultats à la section de médecine du Congrès de Copenhague dans la séance pré-méridienne du 11 août. J'ai même fait, le 15 août, une longue démonstration de leurs préparations, à laquelle assistait M. Cornil.

« Leurs observations mettent hors de doute l'attaque directe des globules rouges du sang par un agent extérieur, lequel paraît être le germe d'un schizomycète bacillaire. Elles mettent hors de doute aussi le fait de la destruction des globules rouges après une série d'altérations très caractéristiques, lesquelles peuvent servir (lorsqu'on les trouve, et on les trouve presque toujours) de signe pathognomonique de cette infection. Les planches de leur Mémoire, déjà publié, vous font voir la série de ces altérations avec l'aide des couleurs d'aniline. La planche que j'ai fait ajouter à la communication faite au Congrès le 11 août vous montrera toute la série de ces altérations telles qu'on les voit dans le sang frais sans aucun traitement préalable.

« Quant à l'oscillaire de Laveran et de Richard, elle n'est qu'une illusion. Ni l'un ni l'autre ne savaient que le protoplasma des globules rouges subit, dans beaucoup de fièvres, une altération encore inconnue qui fait sortir de son intérieur des filaments minces, doués de mouvements très vifs, lesquels peuvent se détacher des globules et nager librement dans le plasma. J'ai décrit, dès 1881, ces filaments-là sous le nom de *pseudo-bacilles*. On peut les produire à volonté, même dans le sang d'un homme sain, en l'échauffant dans un espace humide à 40 ou 42 degrés centigrades.

« TOMMASI CRUDELI. »

« 19 octobre 1884.

« Dans une course récente que je fis à Rome, j'ai trouvé que Marchiafava et Celli sont arrivés à prouver aussi, d'une manière indiscutable, la transmission

semblerait les rapprocher de Laveran. C'est ce qui ressort d'une lettre toute récente de Tommasi Crudeli. De sorte que, pour le moment, sans compter l'opinion d'Eklund, trois autres restent en présence : celle de Celli et de Marchiafava, celle de Tommasi Crudeli et enfin celle de Laveran.

directe de l'infection malarique aux hommes sains et aux animaux, par la transfusion de petites quantités du sang des fiévreux. De sorte que les observations du sang des fiévreux ont dorénavant une importance capitale dans la question. »

« décembre 1886.

« Je viens de recevoir votre lettre du 26, et je vous envoie par ce même courrier mes derniers écrits sur la question. Historiquement, elle se dédouble ainsi qu'il suit :

« 1° MM. Laveran et Richard ont le mérite d'avoir les premiers découvert les altérations spéciales des globules rouges dans l'infection malarique.

« 2° Marchiafava et Celli ont poursuivi ces observations et sont arrivés à la conclusion que ces observations étaient un effet de la cause morbigène et ne représentaient que le développement d'un parasite animal dans les globules, comme M. Laveran l'avait cru (voir mon compte rendu au Congrès de Copenhague).

« 3° Plus tard, Marchiafava et Celli ont été surpris par le fait de mouvements amiboïdes de la substance hyaline qui se formait dans les globules rouges. Ils ont adopté alors l'idée de M. Richard. Seulement, ils ont appelé le soi-disant parasite : *plasmodium malarix*.

« 4° Moi, j'ai persisté dans mon interprétation de 1884, comme vous le verrez dans mes Notes du 4 avril et du 2 mai, et pour les raisons qui y sont amplement exposées. Les faits trouvés par M. Schianuzzi semblent m'avoir donné pleinement raison (Note du 5 décembre).

« Mon opinion est la suivante : il s'agit d'une dégénération des globules rouges, provoquée par une attaque directe des globules par les germes d'un ferment végétal, ou bien par la dyscrasie du sang, due à l'action du même ferment. Cette dégénération est un signe pathognomonique de l'infection due à la malaria quand il y a contemporanément la conversion de l'hémoglobine des globules en *mélanine*. Mais des dégénérations analogues (*sans pigment noir pourtant*) peuvent avoir lieu dans d'autres fièvres d'infection. Les observations de Rosenstein (Leyde et d'autres portent à le croire. »

« 17 juin 1887.

«

« J'ajoute à cette Note que les expériences de Mosso ont été répétées ici, et que réellement on reproduit à volonté les *oscillaires* et les *plasmodiums* avec les globules rouges du sang du chien en employant sa méthode. L'identité serait encore plus complète en injectant dans la cavité abdominale des poulets le sang vivant de l'homme. Reste à savoir si (comme je le crois) le pigment noir pourra servir au diagnostic différentiel entre l'infection malarique et d'autres infections.

« J'ai à ajouter aussi que le botaniste Ferdinand Cohn, de Breslau, est allé exprès à Pola pour voir les expériences de Schianuzzi et qu'il a pu en contrôler l'exactitude. »

Des trois, c'est celle de Laveran qui me paraît gagner le plus de terrain. Mais cependant quoique la constatation de ce parasite, faite dans divers foyers paludéens, semble devoir à courte échéance le faire sortir triomphant de la lutte qu'il soutient depuis six ans, je dois à la vérité de dire que le doute est encore permis. Arriverait-on même dès maintenant à prouver son existence dans le sang des paludéens, de nombreux points douteux subsisteraient encore sur sa nature, son origine, son évolution et surtout sur l'importance du rôle qu'il y joue dans l'étiologie de cette infection. Je ne puis oublier le mouvement qui se produisit dans l'opinion quand Normand annonça sa découverte d'une anguillule dans la diarrhée de Cochinebine, et la conclusion qu'il en tira avec toutes les apparences de la logique la plus rigoureuse. La présence de son anguillule d'abord discutée, fut bientôt prouvée. Mais là n'était pas le point capital de l'argumentation. Une fois la présence de l'anguillule bien démontrée, il fallut établir son rôle dans la production de la maladie ; or, c'est là que la théorie parasitaire vint échouer ; et, après une discussion des plus serrées, la présence de l'anguillule dans la diarrhée est restée indiscutable, mais est tombée à l'état d'un simple épiphénomène.

Nous devons donc nous garder des conclusions prématurées.

En ce qui me concerne, je déclare avoir vu sur les préparations de Laveran et des formes kystiques en croissant et un filament mobile, et je reste convaincu que ce sont bien là des éléments étrangers au sang. Ce que j'ai vu n'est ni une altération des hématies ni une altération des leucocytes. Je me crois assez familiarisé avec l'examen du sang pour affirmer que ce sont bien des éléments étrangers, et sous ce rapport je serais heureux si l'habitude que j'ai prise de ces examens pouvait donner une garantie de plus à la découverte de mon distingué collègue de l'armée. La constatation que j'en ai faite parmi tous les autres parasites lui a forcément acquis ma préférence, et devant cette constatation je fais facilement le sacrifice de toutes mes recherches négatives. Elles ne sauraient du reste avoir d'autre signification que d'établir la rareté de ce parasite et les conditions exceptionnelles dans lesquelles on le trouve ; et c'est là déjà l'opinion de Laveran. Je ne me crois pas autorisé à leur donner une plus grande portée.

Mais d'autre part, je pense qu'il y a encore loin pour con-

clure de cette constatation à la spécificité de son action. Il me semble que ce que l'on sait de lui ne constitue pas un tout suffisant pour que la théorie parasitaire se présente au monde scientifique avec les caractères de certitude que ce dernier a pour habitude d'exiger.

En résumé, mon opinion est donc qu'en ce moment toute conclusion définitive me paraîtrait prématurée. Certains faits peuvent bien nous faire pencher pour une quelconque des opinions en présence plutôt que pour telle autre, mais aucune d'elles n'est encore à l'abri d'objections assez sérieuses pour commander la réserve. Le véritable esprit scientifique veut donc que sans se décourager, chacun continue ses investigations et que la science impartiale attende pour se prononcer. La question est du reste assez avancée et les travailleurs assez nombreux et assez ardents pour que l'attente ne me paraisse pas devoir être trop longue.

Ce chapitre était écrit, et il n'attendait plus que l'impression quand des recherches que j'avais entreprises depuis un mois environ m'ont conduit à des résultats que je crois du plus haut intérêt.

Après avoir vu le corps flagellé dans le laboratoire du Dr Laveran, je me mis à étudier de nouveau les micro-organismes qui avaient quelques points communs avec ces corps.

Convaincu d'autre part que le marais n'a rien de spécial, je me contentai de faire une série de macérations et de suivre jour par jour le développement des infiniment petits qui allaient se succéder. Ce que je voulais vérifier surtout, c'était l'hypothèse que je venais de faire à propos des amibes. Ces amibes n'auraient-elles pas des flagella à une période de leur existence, flagella qui auraient échappé à mes examens ?

Mon hypothèse eût trouvé dans cette découverte un sérieux appui. Les amibes seraient arrivées dans l'état le plus primitif de leur développement, et se seraient développées soit dans les organes respiratoires, soit dans le sang, et les corps flagellés que l'on observait dans ce liquide ne caractériseraient qu'une phase de leur évolution.

L'observation n'a pas confirmé cette hypothèse ; mais elle m'a fait constater des faits d'une importance non moindre.

Dans une de mes macérations datant de quatre à cinq jours, j'ai vu des corps unis ou biflagellés, ressemblant d'une manière complète à ceux de Laveran. La ressemblance était surtout frappante en ce qui concerne les flagella.

Ces filaments étaient agités d'un véritable mouvement de banderole, comme ceux que j'avais vus chez Laveran, et avaient de plus le même aspect et les mêmes dimensions. Je cherchai dès lors à connaître leur évolution, et après une série d'essais infructueux, j'ai pu suivre quelques-uns de ces éléments depuis leur état le plus primitif jusqu'à leur disparition.

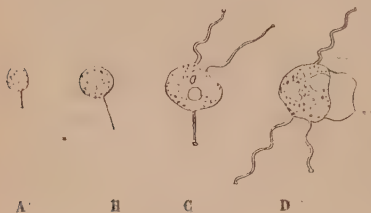


Fig. 198.

Les formes les plus primitives sont figurées en A et en B, (fig. 198). Comme on peut le voir, ces corps ressemblent de tous points aux formes primitives des amibes. Je ne crois pas qu'à cette période ces corps possèdent de flagellum. S'ils en possèdent, je n'ai pu le constater. Comme les amibes que j'ai décrites, ils sont fixés par un pédicule, et ont sur place un mouvement de balancement ; de plus la forme B commence à avoir des déformations amiboïdes. (Voir les figures représentant les amibes 34 et 183.)

Mais, peu à peu, les dimensions augmentant, nous nous trouvons en présence de la forme C, qui présente ce fait caractéristique de présenter des flagella, le plus souvent un, parfois deux, rarement plus. De plus, l'espace ou les espaces roses qui déjà existaient sur la forme B, sont devenus plus apparents ; les déformations amiboïdes sont également plus marquées. Mais, c'est surtout dans la forme D que ces mouvements atteignent leur maxima. En ce moment, seuls les flagella peuvent différencier ces corps des amibes (fig. 198).

Or, je tiens à le dire, j'ai de nouveau suivi le développement des amibes, et ces derniers protozoaires n'ont jamais de flagella. Le doute ne peut donc être permis que tout à fait pendant les premières phases de leur évolution.

Arrivé à cette période de son développement, l'animal peut se reproduire par scissiparité. J'ai observé deux fois ce phéno-

mène à une heure d'intervalle. L'animal prend une forme ovale, puis la partie moyenne se resserre comme on le voit en E (fig. 199) ; les deux moitiés s'agrandissant, la partie inter-

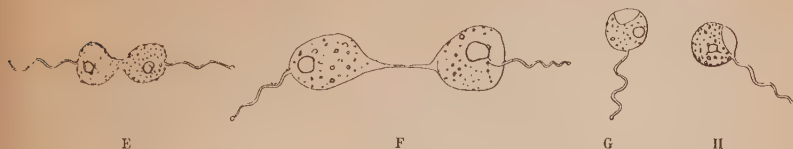


Fig. 199.

médiaire s'étire en F, et enfin les deux jeunes vivent à côté l'un de l'autre, d'une vie propre, comme on le voit en G et en H. Pendant tout le temps que dure ce travail de séparation, les deux jeunes ont chacun un flagellum qui semble faire effort en sens contraire. Lorsque la séparation est complète, le premier élément reste fixé au même endroit, et le second, après avoir flotté un instant, s'arrête le plus souvent non loin du premier et continue son évolution. La division a lieu à peu près par le milieu, de telle manière que le volume ne saurait indiquer quel est celui des deux qui a donné naissance à l'autre.

Je pense que ce n'est pas là le seul mode de reproduction, car de nombreuses formes primitives sont beaucoup plus petites que les éléments naissant par ce procédé. Ils sont, de plus flagellés, tandis que les états A et B, je l'ai dit, ne le sont pas.

Les dimensions de l'animal ne font que s'accroître ainsi que son activité. Aussi, 24 heures après, nous le retrouvons avec la forme I (fig. 200). Il a fallu de 48 à 60 heures à l'animal pour atteindre cette forme. Dès lors, ses mouvements ne sont plus ceux d'une amibe. Ils sont, au contraire, la vivacité des infusoires flagellés, et tout dans les formes I, J, et K (fig. 200) rappelle un représentant de ce groupe de microzoaires. Son corps change de forme à chaque instant, il s'allonge, se raccourcit, mais je le répète, avec une vivacité qui tranche avec la lenteur des mouvements des amibes. De plus, le flagellum n'affecte que rarement les mouvements de banderole ; il est maintenant rigide, K, et sous ce rapport encore, la ressemblance avec un infusoire flagellé est complète. Il n'en diffère que par ce fait qu'il reste fixé par le même pédicule.

Après une période de plusieurs heures pendant laquelle on s'attend à chaque instant à voir l'animal rompre le lien qui le

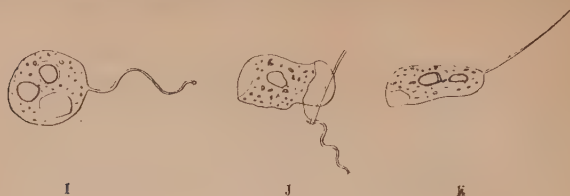


Fig. 200.

retient et se mouvoir en toute liberté, son activité diminue, et il reprend une forme qui se rapproche de la forme sphérique L (fig. 201). Le flagellum, de son côté, reprend les mou-



Fig. 201.

vements de bandero'le. A partir de ce moment, l'activité diminue, les déformations sont plus lentes, et les apparences le rapprochent de nouveau de l'amibe. Puis après une période très peu active, le corps flagellé devient immobile, il perd jusqu'au mouvement d'oscillation. Seule le flagellum ou les flagella continuent à s'agiter (fig. 201, M et N). Enfin, eux-mêmes s'arrêtent. Le flagellum peut encore être vu; il est souvent droit et paraît rigide. Quant au corps lui-même, on voit que désormais la vie l'a abandonné. Il se déforme, mais manifestement par un mouvement passif (fig. 202, P); il s'étale; et, fait

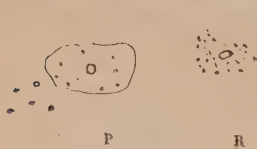


Fig. 202.

caractéristique, ses granulations intérieures commencent à être agitées d'un mouvement brownien. Bientôt même, elles quittent la matière hyaline du corps flagellé et continuent leur agitation brownienne à côté de lui.

Enfin, une heure ou deux après, un mouvement se produit dans la masse: c'est l'enveloppe qui cède, et il ne reste plus qu'un amas de granulations R que l'on peut suivre encore

pendant plusieurs heures, sans constater la moindre modification. Tel est le développement de ce corps qui, on le voit, présente tant de points de ressemblance avec les corps de Laveran.

Dans mes études antérieures, ces corps m'avaient échappé. Après avoir suivi l'évolution des amibes, j'avais considéré comme leur appartenant tous les corps rappelant les formes A et B. Il est probable que c'est là une erreur. Parmi les corps que j'ai regardés comme des amibes en voie de développement, peut-être figurent les premiers états A et B des corps flagellés. C'est là une série de recherches à reprendre. Mais, même arrivées au point où je me suis arrêté, je pense que déjà elles ont une certaine importance.

D'abord, elles établissent d'une manière non douteuse l'existence des corps flagellés de Laveran, en dehors de l'organisme, corps flagellés en présence desquels le monde savant était resté sur la réserve, et ensuite, elles permettront désormais d'étudier ces protozoaires avec la plus grande facilité et de faire sur eux telle expérience que l'on jugera convenable.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.	1
-----------------------	---

PREMIÈRE PARTIE

HISTORIQUE

CHAPITRE I. Miasmes organisés non spéciaux.	7
— II. Miasmes animés spéciaux.	25

DEUXIÈME PARTIE

TECHNIQUE

CHAPITRE III. Examen des terres, des vases et des poussières.	52
— IV. Examen des eaux.	58
— V. Examen de l'air.	67
— VI. Examen du sang.	81

TROISIÈME PARTIE

RECHERCHES PERSONNELLES

CHAPITRE VII. Terrains salubres	90
— VIII. Eaux potables.	97
— IX. Eaux potables (suite).	106
— X. Air salubre.	121
— XI. Sang normal dans les pays chauds.	129
— XII. Eaux et vases des marais.	157
— XIII. Air des marais.	159
— XIV. Sang des paludéens.	181
— XV. Conclusions.	186

RECHERCHES

MICROSCOPIQUES

SUR

L'ÉTIOLOGIE DU PALUDISME

PAR

M. le Docteur E. MAUREL

Médecin principal de la Marine,
Chevalier de la Légion d'honneur, officier d'Académie,
Officier de l'ordre royal du Cambodge,
Mention honorable de l'Académie de médecine (Prix Godard, 1883),
Lauréat des Archives de médecine navale (1884),
Membre correspondant de la Société de biologie de Paris,
Membre de la Société d'anthropologie de Paris,
Membre correspondant de la Société de thérapeutique de Paris,
Membre correspondant de la Société d'hydrologie,
Membre de la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle,
Membre de la Société clinique de Paris,
Membre de la Société de géographie de Paris,
Membre de l'Association française pour l'avancement des sciences, etc.

PARIS

OCTAVE DOIN, ÉDITEUR

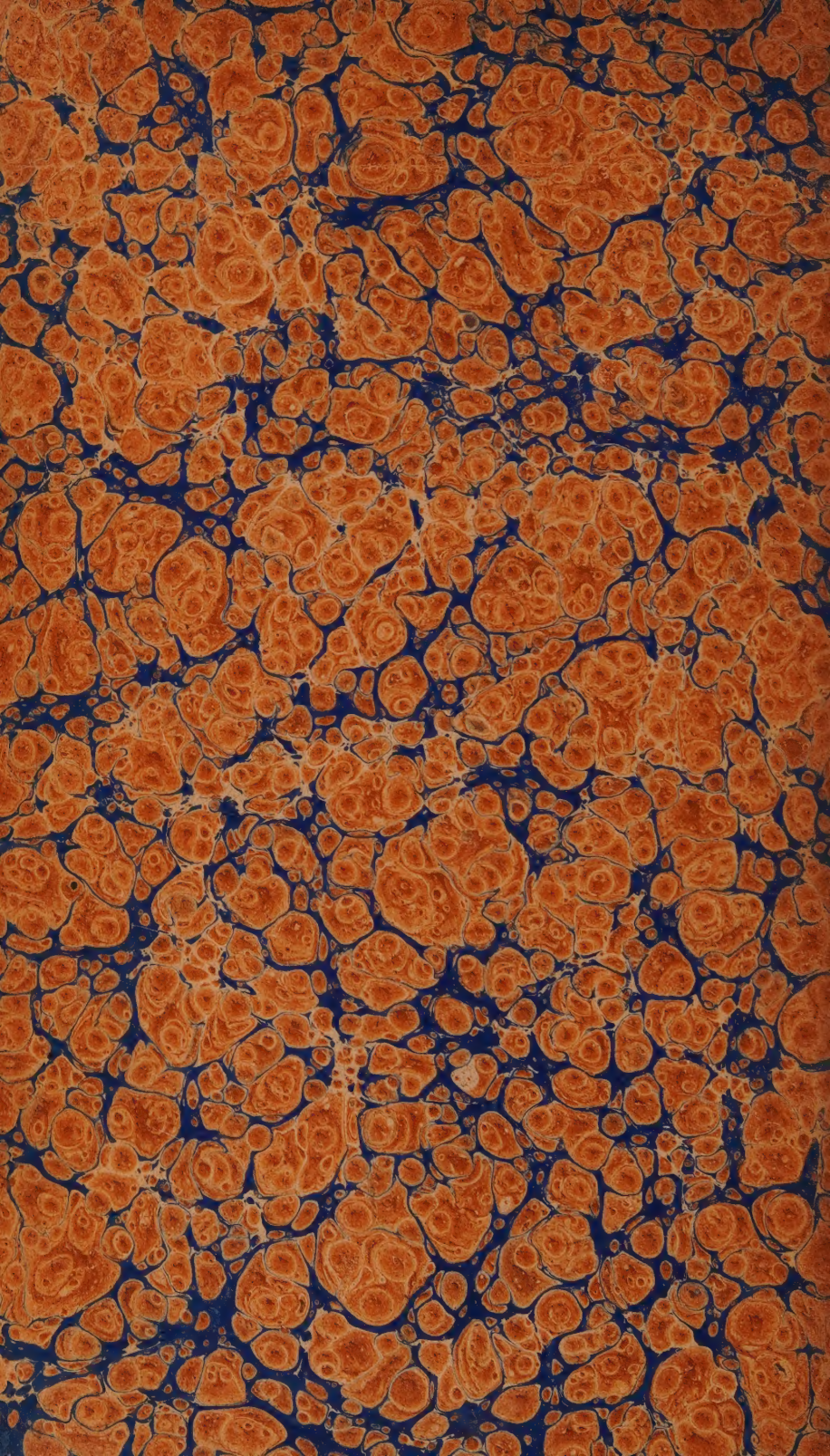
8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1887

Tous droits réservés

A LA MÊME LIBRAIRIE

- CORRE (A.), médecin de 1^{re} classe de la marine, professeur agrégé à l'Ecole de médecine navale de Brest. — **Traité clinique des maladies des pays chauds.** 1 fort vol. grand in-8 de 870 pages avec 80 figures. . . 15 fr.
- CORRE (A.). — **Traité des fièvres bilieuses et typhiques des pays chauds.** 1 beau vol. in-8 de près de 600 pages avec 35 tracés de température dans le texte. 10 fr.
- CORRE (A.). — **De l'étiologie et de la prophylaxie de la fièvre jaune.** In-8 avec une planche en couleur. 3 fr. 50
- CORRE (A.) et LEJANNE. — **Résumé de la matière médicale et toxicologique coloniale.** 1 vol. in-18 de 200 pages avec figures dans le texte. 3 fr. 50
- BÉRENGER-FÉRAUD (L.-J.-B.), directeur du service de santé de la marine, membre correspondant de l'Académie de médecine. — **Traité théorique et pratique de la Dysenterie, diarrhée et dysenterie aiguës et chroniques.** 1 fort vol. in-8 de 800 pages. 12 fr.
- BÉRENGER-FÉRAUD (L.-J.-B.). — **Traité clinique des maladies des Européens aux Antilles (Martinique).** 2 vol. in-8 de 1193 pages. . 16 fr.
- BERTRAND (L.-E.), professeur d'hygiène à l'Ecole de Brest, et J. FONTAN, professeur d'anatomie à l'Ecole de Toulon. — **De l'entéro-colite endémique des pays chauds, diarrhée de Cochinchine, diarrhée chronique des pays chauds, etc., etc.** 1 vol. in-8 de 450 pages avec figures dans le texte et planches en couleurs hors texte. 9 fr.
- BUROT (P.), médecin de 1^{re} classe de la marine. — **De la fièvre dite bilieuse inflammatoire à la Guyane.** Application des découvertes de M. Pasteur à la pathologie des pays chauds. 1 vol. in-8 de 535 pages avec 5 planches hors texte, dont une coloriée. 10 fr.
- CLAVEL, médecin de 1^{re} classe de la marine. — **Les Marquisiens.** In-8 de 182 pages avec 4 figures dans le texte. 3 fr. 50
- FONTAN (J.) et SEGARD, chef de clinique à l'hôpital de Toulon. — **Eléments de médecine suggestive, Suggestion et Hypnotisme. Faits cliniques.** 1 vol. in-18 de 550 pages. 4 fr.
- JOUSSET (A.), ancien médecin de la marine. — **Traité de l'acclimatement et de l'acclimatation.** 1 beau vol. in-8 de 450 pages avec 16 planches hors texte. 10 fr.
- LAVERAN (A.), médecin major de 1^{re} classe, professeur à l'Ecole de médecine militaire du Val-de-Grâce. — **Traité des fièvres palustres,** avec la description des microbes du paludisme. 1 beau vol. in-8 de 550 pages avec figures dans le texte, 1884. 10 fr.
- LEROY DE MERICOURT et CORRE, médecins de la marine. — **Du traitement des maladies tropicales dans les climats tempérés.** Brochure in-8 avec une planche. 2 fr.
- MAUREL (E.), médecin de 1^{re} classe de la marine. Contribution à la pathologie des pays chauds. — **Traité des maladies paludéennes à la Guyane.** In-8, 212 pages. 6 fr.
- MOURSOU (J.), médecin de 1^{re} classe de la marine. — **De la fièvre typhoïde dans la marine et dans les pays chauds.** 1 vol. in-8 de 510 pages. 6 fr.
- ORGÉAS, médecin de la marine. — **Pathologie des races humaines et le problème de la colonisation.** Etudes anthropologiques et économiques. 1 vol. in-8. de 420 pages. 9 fr.
- ORGÉAS. — **La colonisation de la Guyane par la transportation.** Etude cosmographique et théorique sur le non-cosmopolitisme de l'homme. In-8 de 115 pages avec 2 cartes géographiques coloriées. 3 fr. 50
- ARCHIVES DE MEDECINE NAVALE. — Recueil fondé par le C^{te} DE CHASSELOUP-LAUBAT, ministre de la marine et des colonies, publié sous la surveillance de l'inspection générale du service de santé. Directeur de la rédaction : M. TREILLE médecin en chef. Les *Archives de médecine navale* paraissent le 15 de chaque mois par cahier de 80 pages, avec figures dans le texte et planches hors texte.
- France et Algérie. . . . 14 fr. | Étranger. 17 fr.
- Les abonnements partent du 1^{er} janvier de chaque année et ne sont reçus que pour un an.





3 2044 040 013 831

